

ML 020187
71 mrd.



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 100 25 610 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 05 B 41/288

②1 Aktenzeichen: 100 25 610.4
②2 Anmeldetag: 24. 5. 2000
④3 Offenlegungstag: 26. 7. 2001

DE 100 25 610 A 1

③0 Unionspriorität:
484005 18. 01. 2000 US

⑦1 Anmelder:
Matsushita Electric Works, Ltd., Osaka, Kadoma, JP

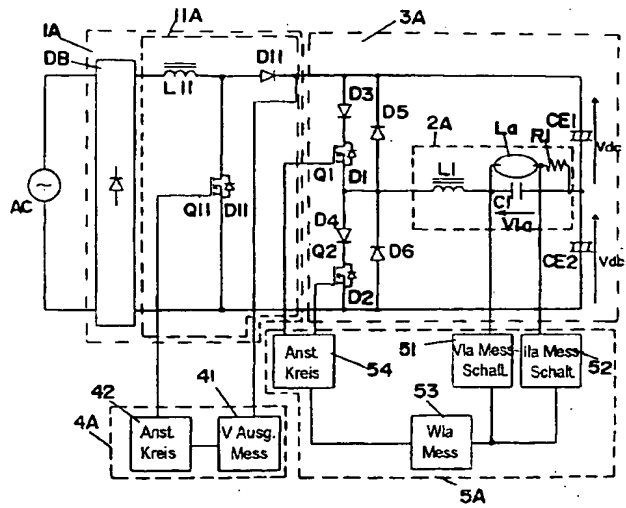
⑦4 Vertreter:
Prinz und Partner GbR, 81241 München

⑦2 Erfinder:
Kamoi, Takeshi, Uji, Kyoto, JP; Komatsu, Naoki,
Shijonawate, Osaka, JP; Shiomi, Tsutomu, Nara,
JP; Shinbori, Hiroichi, Kobe, JP; Goriki, Takeshi,
Burlington, Mass., US; Sun, Yiyong, Beverly,
Mass., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Ansteuergerät für eine Entladungslampe
⑤7 Lichtsteuervorrichtung für eine Entladungslampe (L1), die eine Gleichstromquelle (11A), einen Lastschwingkreis (2A), eine Polaritätsumkehrschaltung und einen Steuerkreis (54) umfaßt, wobei der Lastschwingkreis (2A) eine Induktionsspule, einen Kondensator und die Entladungslampe beinhaltet, die Polaritätsumkehrschaltung wenigstens eine Reihenschaltung aus einem ersten und einem zweiten Schaltelement beinhaltet, die parallel zur Gleichstromquelle geschaltet ist, um die Gleichspannung der Gleichstromquelle in eine Wechselspannung umzuwandeln und an den Laststromkreis zu übertragen, und der Steuerkreis zur abwechselnden, hochfrequenten Ansteuerung der Durchschalte- und Sperrvorgänge der Schaltvorgänge dient, um eine erste Periode zu erzeugen, während der die Einschaltdauer des zweiten Schaltelements länger ist als die des ersten Schaltelements und um eine zweite Periode zu erzeugen, während der die Einschaltdauer des zweiten Schaltelements kürzer ist, als die des ersten Schaltelements, um somit die Entladungslampe mit einer niederfrequenten Rechteckspannung zu versorgen. Der Steuerkreis überlagert einen Gleichstromanteil von einem Ausgang der Polaritätsumkehrschaltung einem Resonanzpulssignal vom Lastschwingkreis, um die Schaltfrequenz der Schaltelemente während einer festgelegten Zeit, ausgehend von einem Startzeitpunkt einer der ersten und zweiten Periode, kontinuierlich zu ändern, versorgt die Entladungslampe mit der für den Start- und den Leuchtbetrieb der ...



DE 100 25 610 A 1

Die Erfindung betrifft ein Ansteuergerät für Entladungslampen, die eine gutes Startverhalten haben, insbesondere ein Ansteuergerät, das das Startverhalten einer Hochleistungsentladungslampe verbessern und die Belastungen der Bestandteile der Lampe verringern kann.

In der JP-OS 63-150895 ist ein Ansteuergerät für eine Entladungslampe beschrieben, das einen ersten und einen zweiten Transistor für den Hochfrequenzbetrieb umfasst, sowie einen dritten und einen vierten Transistor für den Betrieb im niederfrequenten Bereich, einen Steuerkreis zur Steuerung der Durchschalt- und Sperrvorgänge des ersten bis vierten Transistors und einen Zünder zur Erzeugung einer hohen Impulsspannung, einer rechteckigen Wechselspannung, die in konstanten Zeitabständen ihre Polarität umkehrt und einer Entladungslampe zugeführt wird.

Der Steuerkreis in der oben genannten Vorrichtung beinhaltet einen ersten und einen zweiten Komparator, an den die Referenzspannungen V_{r1} bzw. V_{r2} angelegt sind, einen Schwingkreis zur Erzeugung eines oszillierenden Steuersignals, dessen Frequenz durch die Zeitkonstante einer Schaltung, bestehend aus einem Kondensator und einem Widerstand, bestimmt ist, eine erste Flip-Flop-Schaltung, die durch die Ausgangssignale des ersten Komparators invertiert wird, eine Impulsgeberschaltung zur Erzeugung einer periodischen Impulsfolge konstanter Periodendauer und eine Ansteuerschaltung zur Erzeugung eines Steuersignals für zwei Paare von Transistoren, basierend auf dem Ausgangssignal (Hochfrequenzsignal f_h) der ersten Flip-Flop-Schaltung sowie dem Ausgangssignal (Niederfrequenzsignal f_l) der Impulsgeberschaltung.

Die Ansteuerschaltung beinhaltet eine zweite Flip-Flop-Schaltung, ein erstes und ein zweites UND-Glied, einen fünften und einen sechsten Transistor sowie einen ersten und einen zweiten Impulsübertrager.

Der Zünder, der einen 3-poligen Zweirichtungsthyristor (Triac), einen 2-poligen Zweirichtungsschalter (Schalter) und einen dritten Impulsübertrager umfasst, ist so angeordnet, dass ein Durchschalten und Sperren des Triacs zum Einschaltzeitpunkt der Entladungslampe einen in der Sekundärwicklung des dritten Impulsübertragers induzierten Hochspannungsstartimpuls erzeugt, der der Entladungslampe zugeführt wird.

Im folgenden wird die Wirkungsweise des oben genannten Ansteuergerätes für eine Entladungslampe erklärt. Ein Ausgang des Schwingkreises wird vom zweiten Komparator mit der zweiten Referenzspannung V_{r2} verglichen. Ist die Ausgangsspannung des Schwingkreises größer als die zweite Referenzspannung, so erzeugt der zweite Komparator ein Ausgangssignal mit hohem Pegel, das erste Flip-Flop wird gesetzt und erzeugt seinerseits ein Ausgangssignal mit hohem Pegel. Ab diesem Zeitpunkt ist der erste und der zweite Transistor durchgeschaltet, so dass ein Strom über ihn fließt und eine entsprechende Spannung V_{dt} am Strommesswiderstand anliegt. Die Spannung V_{dt} wird vom ersten Komparator mit der Referenzspannung V_{r1} verglichen. Ist $V_{dt} > V_{r1}$, so wird der Ausgang des ersten Komparators auf seinen höheren Pegel heraufgesetzt, um das erste Flip-Flop rückzusetzen.

Das Hochfrequenzsignal f_h vom ersten Flip-Flop wird als Taktsignal für die hochfrequente Umschaltung an die Steuerschaltung gegeben. Das Niederfrequenzsignal f_l der Impulsgeberschaltung wird hingegen als Taktsignal für die niederfrequente Umschaltung an die Steuerschaltung gegeben, wobei die Frequenz so eingestellt ist, dass sie dem Zweifachen ihrer Polaritätsumkehrfrequenz entspricht.

Die Steuerschaltung teilt die Frequenz des Niederfre-

quenzsignals f_l mit Hilfe des zweiten Flip-Flops und des dritten und des vierten UND-Gliedes, um ein Durchschaltsteuersignal für den dritten und den vierten Transistor zu bilden und gibt das Signal an den Ausgang. Darüber hinaus setzt die Steuerschaltung die Ausgänge des ersten und des zweiten UND-Gliedes, basierend auf dem Hochfrequenzsignal f_h , auf geeignete höhere Pegel und liefert über den fünften und den sechsten Transistor und den zweiten und den dritten Impulsübertrager ein Schaltsteuersignal an den ersten und den zweiten Transistor. Dementsprechend ist eine Wechselspannung, die von einem Wechselrichter von der Art einer Vollbrückenschaltung über eine Induktionsspule an die Entladungslampe gegeben wird, derart, dass ihre Polarität in konstanten Zeitintervallen invertiert und sie hochfrequent zerhackt wird.

Der Zünder ist so angeordnet, dass ein zweiter Komparator schon vor dessen Polaritätsumkehr aufgeladen ist, ein dritter Kondensator schon über den Widerstand nach der Polaritätsumkehr aufgeladen ist und der Triac in Abhängigkeit von einer Zeitkonstante, die durch den ersten und zweiten Widerstand und den vierten Kondensator bestimmt wird, durchgeschaltet wird. Das bedeutet, dass der Schalter anspricht und den Triac triggert, sobald am vierten Kondensator eine entsprechende Schwellspannung anliegt.

Wird der Triac auf diese Weise durchgeschaltet, so sind der zweite und der dritte Kondensator in Reihe geschaltet, so dass sich die bis dahin auf den Kondensatoren gespeicherten Ladungsmengen über die Primärwicklung des ersten Impulsübertragers entladen und ein Hochspannungsstartimpuls in der Sekundärwicklung des Impulsübertragers erzeugt wird, der an die Entladungslampe abgegeben wird.

Ein solches Ansteuergerät für eine Entladungslampe, das dem Stand der Technik entspricht, besaß jedoch das Problem, dass die Periodendauer Wechselspannung im Lampenstartmodus (Entladungsbeginn) gleich der Periodendauer im stationären Entladungszustand (Schaltfrequenz von 100 Hz bis 200 Hz) ist, so dass selbst wenn die hohe Impulsspannung im Startmodus zum Zünden der Entladungslampe angelegt wird, unmittelbar anschließend eine Spannung von entgegengesetzter Polarität an die Entladungslampe gegeben wird, mit dem unerwünschten Effekt, dass die Lampe den Entladungsvorgang nur schlecht aufrecht erhalten und sie nicht stetig in ihren stationären Entladungszustand überführt werden kann, was ein schlechtes Einschaltverhalten bedeutet.

Ein Steuerkreis, der als eine der Maßnahmen zur Verbesserung des oben genannten, bekannten Ansteuergerätes vorgeschlagen wird, und der, zusätzlich zur oben erwähnten Anordnung, ein drittes Flip-Flop und damit verbundene Elemente umfasst, ist so angeordnet, dass im lastlosen Zustand, in dem die Entladungslampe noch nicht gezündet ist, der Ausgang des ersten Komparators immer auf einen niedrigeren Pegel eingestellt ist, um eine elektrische Aufladung angrenzender Kondensatoren zu vermeiden, und wenn der Transistor gesperrt wird und der Ausgang des dritten Flip-Flops auf seinen unteren Pegel herabgesetzt ist, wird ein dritter Widerstand zwischengeschaltet, um dafür zu sorgen, dass die Periode der Wechselspannung ausreichend lang ist (z. B. bei 10 Hz oder weniger). Folglich wird im Falle des Ansteuergerätes für eine Entladungslampe, wenn eine hohe Impulsspannung angelegt wird, um die Entladung fast in Gang zu setzen, eine Spannung gleicher Polarität für eine ausreichend lange Zeit angelegt, wodurch die Entladungslampe problemlos in ihren stationären Entladungszustand überführt und ihr Einschaltverhalten verbessert werden kann. Das Ansteuerungsgerät für eine Entladungslampe, die die Steuerschaltung als ein solches verbessertes Mittel beinhaltet, wies jedoch immer noch das Problem auf, dass die

Periodendauer der Wechselspannung lang ist im Vergleich zur Dauer des gesamten Lampenstartvorgangs, mit dem Ergebnis, dass die Zeitspanne zwischen den Impulsen der an die Entladungslampe angelegten hohen Impulsspannung und somit auch die Startzeit lang wird.

Gemäß einer anderen Lösung wird eine Resonanzspannung eines LC-Resonanzkreises zur Erzeugung der hohen Impulsspannung genutzt. Werden zum Beispiel eine Einheit, bestehend aus dem ersten und dem vierten Transistor, und eine Einheit, bestehend aus dem zweiten und dem dritten Transistor, abwechselnd mit einem Tastverhältnis von 50% durchgeschaltet bzw. gesperrt, kann durch Resonanz eines LC-Resonanzkreises eine hohe Impulsspannung gleichbleibenden Pegels der Entladungslampe zugeführt werden. Dieses System weist jedoch das Problem auf, dass die an die Entladungslampe angelegte Spannung keinen Gleichstromanteil enthält, was zur Folge hat, dass nicht die Energie bereitgestellt wird, die nach dem dielektrischen Durchbruch zur stetigen Überführung der Lampe in ihren Bogenentladungszustand notwendig ist.

Um eine hohe Impulsspannung zu erhalten, ist es zudem erforderlich, die Schaltfrequenz auf einen Wert zu setzen, der nahe der LC-Resonanzfrequenz liegt. In diesem Fall ist es jedoch notwendig, einen großen Resonanzstrom einzuspeisen, was das Problem mit sich bringt, dass Spulen, Schaltelemente etc. großen Belastungen unterworfen sind.

Angesichts der oben genannten Probleme des Standes der Technik wird folgende Erfindung vorgeschlagen. Es ist Hauptaufgabe der Erfindung, ein Ansteuergerät für eine Entladungslampe bereitzustellen, die mit Hilfe einer durch LC-Resonanz gewonnenen Impulsspannung in geeigneter Weise eine Entladungslampe zündet und in Betrieb halten kann, die die Entladungslampe mit ausreichend Energie versorgen kann, um diese stetig in einen Bogenentladungszustand überzuführen und somit das Einschaltverhalten zu verbessern, und durch die sich die Kosten für Bestandteile wie Spulen, Kondensatoren und Schaltelemente reduzieren lassen.

Das Ziel der Erfindung wird dadurch erreicht, dass ein Ansteuergerät für eine Entladungslampe bereitgestellt wird, das eine Gleichstromquelle, eine Wechselrichterschaltung, einen resonanten Lastschwingkreis und einen Steuerkreis umfasst. Die Gleichstromquelle besitzt zwei Ausgangsanschlüsse zur Versorgung mit Gleichstromenergie. Die Wechselrichterschaltung umfasst eine Reihenschaltung aus wenigstens einem ersten und einem zweiten Schaltelement, die parallel zu den Ausgangsanschlüssen der Gleichstromquelle geschaltet ist, und die der Umsetzung der Gleichstromenergie der Gleichstromquelle in eine Wechselstromenergie dient. Der resonante Lastschwingkreis umfasst eine Induktionsspule, einen Kondensator und eine zu dem Kondensator parallel geschaltete Entladungslampe. Der Steuerkreis dient dazu, abwechselnd das erste und das zweite Schaltelement der Wechselrichterschaltung durchzuschalten bzw. zu sperren und so die an der Entladungslampe des resonanten Lastschwingkreises anliegende Spannung zu steuern. Dabei schaltet der Steuerkreis das erste und das zweite Schaltelement mit hoher Frequenz zwischen dem gesperrten und dem durchgeschalteten Zustand um, um auf diese Weise abwechselnd eine erste Periode zu erzeugen, während der die Einschaltdauer des zweiten Schaltelements länger ist als die des ersten Schaltelements, und eine zweite Periode, während der die Einschaltdauer des zweiten Schaltelements kürzer ist, als die des ersten Schaltelements. Auf diese Weise wird an die Entladungslampe eine niederfrequente Rechteckspannung angelegt. Der Steuerkreis überlagert dem vom resonanten Lastschwingkreis empfangenen Resonanzimpulssignal einen Gleichspannungsanteil, wenn der resonante Last-

schwingkreis sich im Zündmodus der Entladungslampe befindet und ändert kontinuierlich die Schaltfrequenz der Schaltelemente, um die Entladungslampe mit Hochspannung zu versorgen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer Schaltung eines Ansteuergerätes für eine Entladungslampe gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 einen Schaltplan, der detailliert die Anordnung der Ausführungsform nach Fig. 1 zeigt;

Fig. 3 Wellenformen von Signalen, die man an verschiedenen Punkten der Schaltung nach Fig. 2 im Zünd- bzw. Leuchtmodus abgreifen kann.

Fig. 4 ein Diagramm zur Erklärung der Richtung der Frequenzverschiebung der Schaltfrequenz im Arbeitsbetrieb der Schaltung nach Fig. 2.

Fig. 5 ein Diagramm zur Erklärung der Richtung der Frequenzverschiebung im Arbeitsbetrieb gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 6 ein Diagramm zur Erklärung der Frequenzverschiebung bei der Wechselrichterschaltung durch einen Steuerkreis gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 7 ein Diagramm zur Erklärung der Frequenzverschiebung bei einer Wechselrichterschaltung durch einen Steuerkreis gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 8 ein Blockschaltbild einer Schaltung gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 9 ein Blockschaltbild einer Schaltung gemäß einer sechsten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 10 ein Blockschaltbild einer Schaltung gemäß einer siebten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 11 ein Schaltbild gemäß einer achten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 12 Wellenformen von Signalen, die man an verschiedenen Punkten der Schaltung nach Fig. 11 im Start- bzw. Leuchtmodus abgreifen kann.

Fig. 13 ein Schaltbild gemäß einer neunten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 14 ein Schaltbild gemäß einer zehnten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 15 Wellenformen von Signalen, die man an verschiedenen Punkten der Schaltung nach Fig. 14 im Start- bzw. Leuchtmodus abgreifen kann;

Fig. 16 Wellenformen von Signalen, die man an verschiedenen Punkten der Schaltung gemäß einer elften Ausführungsform der Erfindung abgreifen kann;

Fig. 17 eine Zeittafel zur Erklärung der Arbeitsweise einer Schaltung gemäß einer zwölften Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 18 eine Zeittafel zur Erklärung der Arbeitsweise einer Schaltung gemäß einer dreizehnten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 19 eine Zeittafel zur Erklärung der Arbeitsweise einer Schaltung gemäß einer vierzehnten Ausführungsform der Erfindung; und

Fig. 20 eine Zeittafel zur Erklärung der Arbeitsweise einer Schaltung gemäß einer fünfzehnten Ausführungsform der Erfindung.

Während im folgenden die Erfindung in Bezugnahme auf die bevorzugten Ausführungsformen beschrieben wird, muss man sich bewusst sein, dass die Erfindung nicht nur auf die gezeigten Ausführungsformen beschränkt ist, sondern alle möglichen Veränderungen, Modifikationen und

äquivalenten Anordnungen entsprechend dem Umfang der Ansprüche umfasst.

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer schematischen Anordnung eines Ansteuergerätes für eine Entladungslampe in Übereinstimmung mit einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Das skizzierte Ansteuergerät für eine Entladungslampe umfasst eine Gleichstromquelle 1A zur Umsetzung einer Wechselstromenergie in eine Gleichstromenergie, eine Wechselrichterschaltung 3A, einen resonanten Lastschwingkreis 2A sowie einen Steuerkreis 5A. Die Wechselrichterschaltung 3A umfasst vorteilhafterweise eine Reihenschaltung aus einem ersten und einem zweiten Kondensator sowie eine Reihenschaltung aus einem ersten und einem zweiten Schaltelement, die jeweils parallel zu den Ausgangsanschlüssen der Gleichstromquelle 1A liegen, und dient dazu, die aus der Gleichstromquelle 1A erhaltene Gleichstromenergie in eine Wechselstromenergie umzusetzen. Der resonante Lastschwingkreis 2A umfasst vorteilhafterweise eine Reihenschaltung aus einer Induktionsspule und einem Kondensator sowie einer parallel zum Kondensator liegenden Entladungslampe, die mit der Wechselstromenergie der Wechselrichterschaltung versorgt wird. Ein Steuerkreis 5A dient dazu, abwechselnd die Schaltelemente der Wechselrichterschaltung durchzuschalten und zu sperren, um die Versorgungsspannung der Entladungslampe zu steuern.

Das erste und das zweite Schaltelement wird vom Steuerkreis 5A mit hoher Frequenz abwechselnd durchgeschaltet und gesperrt, um eine erste Periode zu liefern, während der die Einschaltdauer des zweiten Schaltelements länger ist als die des ersten Schaltelements, und eine zweite Periode, während der die Einschaltdauer des zweiten Schaltelements kürzer ist als die des ersten Schaltelements. Dadurch wird erreicht, dass die Durchschaltdauern der Schaltelemente unterschiedlich lang sind, die Schaltfrequenz geändert wird und eine niederfrequente Rechteckspannung an die Entladungslampe angelegt wird. D. h., der Steuerkreis 5A verändert die Schaltfrequenz der Schaltelemente in wenigstens einer der zwei Perioden, um die Entladungslampe mit einer Hochspannung zu versorgen.

Mit dieser Anordnung wird die Schaltfrequenz variiert, so dass, wenn der LC-Resonanzkreis aus der Induktionsspule und dem Kondensator seinen Maximalwert erreicht, eine Impulsspannung in der Höhe dieses Maximalwertes der Entladungslampe zugeführt wird, wodurch die Entladungslampe in geeigneter Weise gezündet und in Betrieb gehalten werden kann. Da ferner das erste und das zweite Schaltelement mit einer hohen Umschaltfrequenz abwechselnd durchgeschaltet und gesperrt werden, um die erste Periode zu erzeugen, während der die Einschaltdauer des zweiten Schaltelements länger ist als die des ersten Schaltelements, und um die zweite Periode zu erzeugen, während der die Einschaltdauer des zweiten Schaltelements kürzer ist als die des ersten Schaltelements, kann die niederfrequente Wechselspannung an die Entladungslampe angelegt und somit der Entladungslampe eine für die gleichmäßige Überführung in den Bogenentladungszustand ausreichende Energie der zugeführt werden. Daraus folgt, dass die Entladungslampe in geeigneter Weise mit Hilfe eines hohen, aus dem LC-Resonanzkreis gewonnenen Spannungsimpulses gezündet und danach in Betrieb gehalten werden kann. Ebenso kann die zur Überführung der Lampe in ihren Bogenentladungszustand notwendige Energie der Entladungslampe zugeführt werden, wodurch ihr Einschaltverhalten verbessert wird.

Fig. 2 zeigt ein spezielles Schaltungsbeispiel des Ansteuergerätes für eine Entladungslampe in Übereinstimmung mit der ersten Ausführungsform in Fig. 1. Das dargestellte Ansteuergerät für eine Entladungslampe umfasst eine Gleich-

stromquelle 1A zur Versorgung mit Gleichstromenergie, die eine spannungserhöhende Zehack-Schaltung 11A beinhaltet, einen resonanten Lastschwingkreis 2A, der eine Induktionsspule L1, einen mit der Induktionsspule L1 in Reihe geschalteten Kondensator C1 und eine parallel zum Kondensator C1 geschaltete Reihenschaltung aus einer Entladungslampe (Hochleistungsentladungslampe) La und einem Widerstand R1 beinhaltet, eine Wechselrichterschaltung 3A, die die Gleichstromenergie der Gleichstromquelle 1A in eine Wechselstromenergie umsetzt und den Wechselstrom an den resonanten Lastschwingkreis 2A abgibt, einen Steuerkreis 4A für die spannungserhöhende Zehack-Schaltung 11A sowie einen Steuerkreis 5A für die Wechselrichterschaltung 3A.

Die einzelnen Bestandteile der oben genannten Vorrichtung werden im folgenden genauer beschrieben. Die Gleichstromquelle 1A umfasst einen Gleichrichter DB, der den aus der Wechselstromquelle AC stammenden Wechselstrom gleichrichtet, und eine spannungserhöhende Zehack-Schaltung 11A. Die spannungserhöhende Zehack-Schaltung 11A beinhaltet eine Induktionsspule L11, deren eines Ende mit einem auf hohem Potential liegenden Ausgangsanschluss des Gleichrichters DB verbunden ist, ein als Schaltelement Q11 wirkender Feldeffekt-Transistor (FET), dessen Drain- und Sourceanschluss mit dem anderen Ende der Induktionsspule L11 und einem auf niederem Potential liegenden Ausgangsanschluss des Gleichrichters DB verbunden ist, und eine Diode D11, deren Anode ebenfalls mit dem anderen Ende der Induktionsspule verbunden ist. Die Drain- und Sourceanschlüsse des Schaltelements Q11 sind mit der Kathode bzw. Anode einer parasitären Diode D12 verbunden, die mit dem Sourcesubstrat gekoppelt ist.

Die Wechselrichterschaltung 3A umfasst eine Reihenschaltung aus einer Diode D3, einem ersten Schaltelement Q1, z. B. in Form eines FET, einer Diode D4 und einem zweiten Schaltelement Q2 in Form eines FET, die parallel zu den Ausgangsanschlüssen der Gleichstromquelle 1A liegt, eine Diode 5, die parallel zur Diode D3 und dem ersten Schaltelement Q1 liegt, eine Diode D6, die parallel zur Diode D4 und dem zweiten Schaltelement Q2 liegt und eine Reihenschaltung aus einem ersten und einem zweiten Kondensator CE1 und CE2, die wiederum parallel zu den Ausgangsanschlüssen der Gleichstromquelle 1A liegt. In dieser Schaltung besitzen die Schaltelemente Q1 und Q2, ebenso wie das Schaltelement Q11, parasitäre Dioden D1 bzw. D2.

Der Steuerkreis 4A für die spannungserhöhende Zehack-Schaltung 11A umfasst einen Ausgangsspannungsmesskreis 41 zur Messung der Ausgangsspannung der spannungsverstärkenden Zehack-Schaltung 11A und einen Ansteuerkreis 42, der ein Messsignal vom Ausgangsspannungsmesskreis 41 empfängt und das Schaltelement Q11 entsprechend ansteuert. Der Steuerkreis 4A dient dazu, ein Schaltsteuersignal zu erzeugen und es an das Schaltelement Q11 zu geben, um somit den Schaltzustand des Schaltelements Q11 zu steuern. Zudem steuert z. B. der Steuerkreis, ebenso wie beim Stande der Technik, die Ausgangsspannung der spannungserhöhenden Zehack-Schaltung 11A sowie den Schaltzustand des Schaltelements Q11, um kontrolliert eine Ausgangsspannung des Gleichrichters DB auf einen festgelegten Pegel zu verstärken.

Der Steuerkreis 5A für die Wechselrichterschaltung 3A umfasst eine Messschaltung 51 zur Messung einer Lampenspannung V_{la}, eine Messschaltung 52 zur Messung eines Lampenstromes I_{la}, eine Messschaltung 53, um aus den von den beiden Messschaltungen erhaltenen Messsignalen eine Lampenleistung W_{la} zu errechnen, sowie eine Ansteuer-schaltung 54, die das erste und das zweite Schaltelement Q1 und Q2 entsprechend der errechneten Lampenleistung an-

steuert. Der Steuerkreis 5A dient dazu, Schaltsteuersignale zu erzeugen und sie an das erste und das zweite Schaltelement Q1 und Q2 zu geben, um die Schaltzustände der Schaltelemente Q1 und Q2 zu steuern.

Befindet sich die Entladungslampe La z. B. in ihrem stationären Zustand, so wird, um die von der Wla Messschaltung 53 erhaltene Lampenleistung auf einen festgelegten Wert einzustellen, fortwährend die Einschaltdauer der Schaltelemente gesteuert, derart dass, während einer Periode TM21 das zweite Schaltelement Q1 in seinen Sperrzustand gesetzt wird und das erste Schaltelement mit hoher Frequenz zwischen dem gesperrten und dem durchgeschalteten Zustand umgeschaltet wird, wohingegen, während einer nächsten Periode das erste Schaltelement Q1 in seinen Sperrzustand gesetzt wird und das zweite Schaltelement Q2 mit hoher Frequenz von einigen 10 kHz zwischen dem gesperrten und dem durchgeschalteten Zustand umgeschaltet wird, wie durch TM21 und TM22 in Fig. 3 dargestellt ist. In diesem Fall wird die Frequenz für die Perioden TM21 und TM22 auf einige zehn bis einige hundert Hz eingestellt. Die Schaltfrequenz des ersten und des zweiten Schaltelements Q1 und Q2 wird auf einem konstanten Wert gehalten.

Im Gegensatz zum Steuermodus des stationären Zustandes werden im Steuermodus zum Steuern der Einschaltphase, in der die Entladungslampe eingeschaltet und gezündet wird, beide Schaltelemente Q1 und Q2 mit einer hohen Frequenz zwischen dem gesperrten und dem durchgeschalteten Zustand umgeschaltet, so dass eine erste Periode TM12 entsteht, während der das zweite Schaltelement Q1 länger durchgeschaltet ist als das erste Schaltelement Q2, und eine zweite Periode TM11 entsteht, während der das zweite Schaltelement Q2 kürzere Zeit durchgeschaltet ist als das erste Schaltelement Q1. Dadurch kann die Versorgung der Entladungslampe La mit einer niederfrequenten Rechteckspannung gesteuert werden. In diesem Fall wird die Frequenz der Perioden TM11 und TM12 auf einige zehn bis einige hundert Hz eingestellt.

Darüber hinaus wird, wie in Fig. 3 dargestellt ist, das Verhältnis der Durchschaltdauern innerhalb der Perioden TM11 und TM12, während einer Zeitspanne T1 beginnend am Anfang der Perioden TM11 bzw. TM12, kontinuierlich verändert oder kontrolliert verschoben. Da die Durchschaltdauer des Schaltelements Q1 innerhalb der längeren Periode TM11 bis zu dem festgelegten Zeitpunkt T1 stetig zunimmt, und da die Durchschaltdauer des Schaltelements Q2 innerhalb der Periode TM12 bis zu dem festgelegten Zeitpunkt T1 stetig zunimmt, nimmt der Gleichspannungsanteil der Lampenspannung V_{la} stetig zu. Im Beispiel von Fig. 3 ist eine Periode, die sich von der festgelegten Zeitspanne T1 unterscheidet, länger als eine Durchschaltzeit länger innerhalb der festgelegten Zeit T1.

Darüber hinaus werden die Schaltfrequenzen des ersten und des zweiten Schaltelements Q1 und Q2 in wenigstens einer der beiden Perioden verändert, um die Hochspannungsversorgung der Entladungslampe La zu steuern. D. h., der Steuerkreis 5A verändert (verschiebt) die Schaltfrequenz des ersten und des zweiten Schaltelements Q1 und Q2 von ihrem Startzeitpunkt bis zu dem festgelegten Zeitpunkt T1 innerhalb der Perioden TM11 bzw. TM12, wie in Fig. 3 dargestellt ist. In diesem Fall ist die Frequenzverschiebungsweite so eingestellt, dass sie eine Resonanzfrequenz des LC-Resonanzkreises aus der Induktionsspule und dem Kondensator enthält. In der Schaltung ist die Frequenzänderung der Schaltfrequenz innerhalb der Zeitspanne T1 des ersten Schaltelements Q1 annähernd so groß wie die des zweiten Schaltelements Q2.

Als nächstes wird die Funktionsweise der Steuerschaltung 5A beschrieben, die ein Merkmal der ersten Ausführungsform der Erfindung bildet.

Zuerst wird die Funktion der Schaltung im Steuermodus des stationären Zustandes in Bezugnahme auf Fig. 3 erklärt. Die Steuerung sorgt fortwährend dafür, dass in der Periode TM21 das zweite Schaltelement Q2 in seinen gesperrten Zustand gesetzt und das erste Schaltelement Q1 mit hoher Frequenz zwischen dem gesperrten Zustand und dem durchgeschalteten Zustand umgeschaltet wird, wohingegen in der Periode TM22 das erste Schaltelement Q1 in seinen gesperrten Zustand gesetzt und das zweite Schaltelement Q2 mit hoher Frequenz zwischen dem gesperrten und dem durchgeschalteten Zustand umgeschaltet wird. Dies hat zur Folge, dass die Entladungslampe La mit einer rechteckigen Lampenspannung V_{la} versorgt wird, ein niederfrequenter Rechteckstrom durch die Entladungslampe La fließt und die Entladungslampe La im stationären Zustand leuchtet.

Im folgenden wird die Funktion der Schaltung im Steuermodus des Einschaltzustandes erklärt. Die Steuerung sorgt dafür, dass das erste und das zweite Schaltelement Q1 und Q2 mit hoher Frequenz zwischen dem gesperrten und dem durchgeschalteten Zustand umgeschaltet werden. Dadurch wird abwechselnd die erste Periode TM12 erzeugt; während der die Durchschaltzeit des zweiten Schaltelements Q2 länger ist als die des ersten Schaltelements, und die zweite Periode TM11 erzeugt, während der die Durchschaltzeit des zweiten Schaltelements Q2 kürzer ist als die des ersten Schaltelements Q1. Dies hat zur Folge, dass an die Entladungslampe La eine niederfrequente Rechteckspannung gegeben wird, so dass ein Gleichspannungsanteil in der Lampenspannung V_{la} dafür sorgt, dass die Entladungslampe La mit der für einen Übergang der Lampe zum Bogenentladungszustand benötigten Energie versorgt wird.

Wie in Fig. 3 dargestellt ist, sorgt zu diesem Zeitpunkt die Steuerung dafür, dass das Tastverhältnis während der durch den festgelegten Zeitpunkt T1 bestimmten Zeitspanne von D11 auf D12 erhöht wird, wobei der Beginn dieser Zeitspanne am Anfang der Perioden TM11 bzw. TM12 liegt. Dies hat zur Folge, dass der Gleichspannungsanteil in der Lampenspannung V_{la} stetig zunimmt. Am Anfang der Periode TM11 und TM12 wird jedoch das Tastverhältnis von D12 auf den Wert von D11 zurückgesetzt.

Desweiteren sorgt, wie in Fig. 3 dargestellt ist, die Steuerung dafür, dass die Schaltfrequenzen des ersten und des zweiten Schaltelements Q1 und Q2, während der durch den festgelegten Zeitpunkt T1 bestimmten Zeitspanne, von f11 auf f12 erhöht wird, wobei der Beginn der Zeitspanne am Anfang der Perioden TM11 bzw. TM12 liegt. Das hat zur Folge, dass zu dem Zeitpunkt, zu dem der LC-Resonanzkreis aus der Induktionsspule und dem Kondensator eine Resonanzfrequenz erreicht, ein maximaler Hochspannungsimpuls der Lampenspannung V_{la} überlagert ist, wodurch die Entladungslampe La ihren dielektrischen Durchbruch erreicht und somit in geeigneter Weise gezündet und in Betrieb gehalten werden kann. Weiterhin wird die Schaltfrequenz verschoben, so dass, selbst wenn die einzelnen Bestandteile Schwankungen in ihren Leistungen unterworfen sind, ein maximaler Hochspannungsimpuls an die Entladungslampe La abgegeben werden kann. Die Schaltfrequenz f12 wird jedoch zu Beginn der Perioden T11 und T12 auf den Wert von f11 zurückgesetzt.

In der oben genannten ersten Ausführungsform kann die Entladungslampe mit dem durch den LC-Resonanzkreis erzeugten Hochspannungsimpuls in geeigneter Weise gezündet und danach in Betrieb gehalten werden. Die Entladungslampe kann darüber hinaus mit der für eine stetige Überführung in den Bogenentladungszustand benötigten Energie versorgt werden, wodurch das Einschaltverhalten verbessert wird.

Wie in Fig. 3 gezeigt ist, wurde die erste Ausführungsform so angeordnet, dass im Steuermodus der Einschaltphase die Schaltfrequenzen des ersten und zweiten Schaltelements Q1 und Q2 vom niedrigeren Wert auf den höheren Wert angehoben werden. Die Erfindung ist jedoch nicht auf das spezielle Beispiel beschränkt und auch eine solche Anordnung ist möglich, bei der die Schaltfrequenzen beider Schaltelemente Q1 und Q2 vom höheren Wert auf den niedrigeren Wert herabgesetzt werden. Kurz, jede Anordnung ist geeignet, solange der Steuerkreis beider Schaltelemente Q1 und Q2 so angeordnet ist, dass die Schaltfrequenzen beider Schaltelemente Q1 und Q2 wenigstens in einem der beiden Perioden TM11 und TM12 entweder zum höheren oder zum niedrigeren Wert hin verschoben werden, wie dies in Fig. 4 gezeigt ist. Daraus folgt, dass der Spitzenwert und der Anstieg der Lampenspannung V_{La} der Entladungslampe La stabilisiert werden kann.

Weiterhin kann, obwohl im vorangegangenen FETs, insbesondere MOS-FETs, als Schaltelemente Q1 und Q2 eingesetzt wurden, jeder Transistortyp dafür verwendet werden.

Fig. 5 dient der Erklärung der Frequenzverschiebung in einem Ansteuergerät für eine Entladungslampe in Übereinstimmung mit der zweiten Ausführungsform der Erfindung. In diesem Fall umfasst das Ansteuergerät für eine Entladungslampe, ebenso wie in der ersten Ausführungsform gemäß Fig. 2, die Gleichstromquelle 1A, den resonanten Lastschwingkreis 2A, die Wechselrichterschaltung 3A und die Steuerkreise 4A und 5A für die Schaltkreise 2A und 3A. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich jedoch von der ersten Ausführungsform dahingehend, dass ein Steuerkreis 5B für die Wechselrichterschaltung in der zweiten Ausführungsform integriert ist. Der Steuerkreis 5B für die Wechselrichterschaltung in der zweiten Ausführungsform besitzt im wesentlichen die gleiche Struktur wie der Steuerkreis 5A der ersten Ausführungsform, außer dass die Steuerung dafür sorgt, dass die Schaltfrequenz des ersten und des zweiten Schaltelements Q1 und Q2 in wenigstens einem der Perioden TM11 und TM12 im Steuermodus der Einschaltphase auf den niedrigeren Wert herabgesetzt wird. D. h., die Aufgabe des Steuerkreises 5B besteht darin, die Schaltfrequenz der Schaltelemente Q1 und Q2 während einer durch den festgelegten Zeitpunkt T1 bestimmten Zeitspanne T1 vom höheren Wert f_{12} auf den niedrigeren Wert f_{11} herabzusetzen bzw. dorthin zu verschieben, wobei die Zeitspanne am Anfang der Perioden TM11 und TM12 beginnt.

Im folgenden wird, unter Bezugnahme auf Fig. 5 erklärt, warum die Schaltfrequenz durch den Steuerkreis 5B auf einen niedrigeren Wert herabgesetzt wird. Wenn die Entladungslampe La einen dielektrischen Durchbruch erfährt, verschiebt sich die Resonanzkurve im resonanten Lastschwingkreis 2A von einer Resonanzkurve A1 (mit einem Maximum bei f_0) im Nicht-Leuchtmodus zu einer Resonanzkurve A2 nach dem dielektrischen Durchbruch. Unter dieser Bedingung, wenn die Schaltfrequenz des ersten und des zweiten Schaltelements Q1 und Q2 auf den niedrigeren Wert herabgesetzt wird, rückt die Schaltfrequenz nach dem dielektrischen Durchbruch der Entladungslampe La näher an das Maximum (f_0) der Resonanzkurve A2. Das hat zur Folge, dass die für die Bogenentladung erforderliche Energie gewonnen und die Entladungslampe La stabiler in den Bogenentladungszustand überführt werden kann.

Fig. 6 dient der Erklärung der Frequenzverschiebung in einem Ansteuergerät für eine Entladungslampe in Übereinstimmung mit einer dritten Ausführungsform der Erfindung, in der die Schaltfrequenzen des ersten und des zweiten Schaltelements Q1 und Q2 mehrfach in wenigstens einer der Perioden TM11 und TM12 in der Einschaltphase geändert

werden, um der Entladungslampe La eine Hochspannung zuzuführen. Wie in Fig. 6 dargestellt ist, ändert (verschiebt) in diesem Fall ein Steuerkreis 5C für die Wechselrichterschaltung die Schaltfrequenz f_{HF} der Schaltelemente Q1 und Q2 innerhalb der Perioden TM11 und TM12 mehrfach, z. B. dreimal. Zu diesem Zeitpunkt wird die Verschiebungsweite der Schaltfrequenz so eingestellt, dass sie eine Resonanzfrequenz des LC-Resonanzkreises aus der Induktionsspule und dem Kondensator des resonanten Lastschwingkreises 2A enthält.

Im folgenden wird die Funktionsweise des Steuerkreises 5C, der ein Merkmal der dritten Ausführungsform bildet, erklärt. Die Erklärung ist zunächst auf die Funktion der Schaltung im Steuermodus des stationären Zustandes gerichtet. Diese Steuerung wiederholt sich insofern, als das zweite Schaltelement Q2 in seinen gesperrten Zustand gesetzt und das erste Schaltelement Q1 während der Periode TM21 und zu einem Zeitpunkt, zu dem die Entladungslampe leuchtet, mit hoher Frequenz zwischen dem gesperrten und dem durchgeschalteten Zustand umgeschaltet wird, wohingegen während der Periode TM22 das erste Schaltelement Q1 in seinen gesperrten Zustand gesetzt und das zweite Schaltelement Q2 mit hoher Frequenz zwischen dem gesperrten und dem durchgeschalteten Zustand umgeschaltet wird. Dies hat zur Folge, dass eine rechteckige Lampenspannung V_{La} an die Entladungslampe La gegeben wird, ein niederfrequenter Rechteckstrom I_{La} durch die Entladungslampe fließt und die Entladungslampe La im stationären Zustand leuchtet.

Im folgenden wird die Funktion der Schaltung im Steuermodus der Einschaltphase beschrieben. Die Steuerung sorgt dafür, dass beide Schaltelemente Q1 und Q2 abwechselnd mit hoher Frequenz zwischen ihrem gesperrten und ihrem durchgeschalteten Zustand umgeschaltet werden. Dies liefert die erste Periode TM12, in der die Durchschaltdauer des zweiten Schaltelements Q2 länger ist als die des ersten Schaltelements Q1, und die zweite Periode TM11, in der die Durchschaltdauer des zweiten Schaltelements Q1 kürzer ist als die des ersten Schaltelements Q1. Das hat zur Folge, dass eine niederfrequente Rechteckspannung der Entladungslampe La zugeführt wird, wodurch ein Gleichspannungsanteil in der Lampenspannung V_{La} dafür sorgt, dass eine zur Überführung der Entladungslampe in ihren Bogenentladungszustand benötigte Energie an die Entladungslampe La gegeben werden kann.

Wie in Fig. 6 dargestellt, wurde zu diesem Zeitpunkt die Schaltfrequenz des ersten und des zweiten Schaltelements Q1 und Q2 während der Perioden TM21 und TM12 mehrfach von f_{11} auf f_{12} erhöht. Folglich durchläuft bei jeder Verschiebung der Schaltfrequenz ein Hochspannungsimpuls einen Maximalwert, sobald der LC-Resonanzkreis aus der Induktionsspule L1 und dem Kondensator C1 des resonanten Lastschwingkreises 2A seine Resonanzfrequenz durchläuft, was zur Folge hat, dass die Entladungslampe La ihren dielektrischen Durchbruch erreicht und somit die Lampe in geeigneter Weise eingeschaltet und in Betrieb gehalten werden kann.

Desweiteren erlaubt die Verschiebung der Schaltfrequenz, dass der Entladungslampe La selbst dann ein maximaler Hochspannungsimpuls zugeführt wird, wenn die einzelnen Bestandteile Schwankungen in ihren Herstellungstoleranzen aufweisen.

Wie schon erwähnt, kann die dritte Ausführungsform nicht nur im wesentlichen dieselben Leistungsmerkmale aufweisen, wie die erste Ausführungsform. Die Entladungslampe La kann zudem besser eingeschaltet und betrieben werden als in der ersten Ausführungsform. Zudem kann die Schaltung vereinfacht werden, wenn das Ausgangssignal eines Oszillators zur Erzeugung einer Rechteckspannung als

ein Signal zur Taktgebung für die Frequenzverschiebung benutzt wird.

Fig. 7 dient der Erklärung der Frequenzverschiebung eines Steuerkreises für die Wechselrichterschaltung in einem Ansteuergerät für eine Entladungslampe in Übereinstimmung mit einer vierten Ausführungsform der Erfindung. In diesem Fall umfasst das Ansteuergerät für eine Entladungslampe, ebenso wie in der dritten Ausführungsform, eine Gleichstromquelle, einen resonanten Lastschwingkreis, einen Steuerkreis für die Gleichstromquelle und einen Steuerkreis für die Wechselrichterschaltung. Die vierte Ausführungsform unterscheidet sich jedoch von der dritten Ausführungsform dahingehend, dass ein Steuerkreis 5D für die Wechselrichterschaltung integriert ist, der eine Messschaltung 11a, eine Messschaltung 11a und ein Ansteuerkreis umfasst und dadurch, dass der Steuerkreis 5D während der Perioden TM11 und TM12 die Durchschaltdauer für jede Verschiebung der Schaltfrequenz des ersten und des zweiten Schaltelements Q1 und Q2 zum Einschaltzeitpunkt der Lampe im Steuermodus der Einschaltphase auf einen kleineren, konstanten Wert herabsetzt, wie dies in Fig. 7 dargestellt ist. Die sonstige Wirkungsweise des Steuerkreises 5D entspricht im wesentlichen der des Steuerkreises 5C der dritten Ausführungsform.

Im folgenden wird erklärt, warum die Durchschaltdauer wie oben beschrieben verändert ist. Da die Entladungslampe La eine Hochleistungsentladungslampe ist, ist es vorteilhaft, zuerst eine Hochspannung an die Entladungslampe La zu legen, um die Entladung in Gang zu setzen und ihr anschließend, beim Eintritt in die Bogenentladung, ausreichend Energie zuzuführen, um die Entladung in ihren stabilen Zustand überzuführen.

Bei der Verschiebungsdauer der Schaltfrequenz ist es erforderlich, das Tastverhältnis dem Wert 0,5 anzunähern, um die Hochspannung weiter zu erhöhen. Je mehr sich jedoch das Tastverhältnis dem Wert 0,5 nähert, desto stärker nimmt der Gleichspannungsanteil der an die Entladungslampe La angelegten Spannung ab. Findet eine Bogenentladung unter der Bedingung statt, dass der Gleichspannungsanteil auf diese Weise reduziert wurde, so kann der Entladungslampe nicht die für den Übergang der Entladung in ihren stabilen Zustand notwendige Energie zugeführt werden, so dass die Entladungslampe in einigen Fällen sogar erlöschen kann.

Um dies zu vermeiden, ist beim Verschieben der Schaltfrequenz das Tastverhältnis kleiner eingestellt, so dass es näher bei 0,5 liegt, wodurch an die Entladungslampe eine höhere Impulsspannung angelegt werden kann. Im Betriebszustand konstanter Schaltfrequenz wird das Tastverhältnis größer als 0,5 eingestellt, so dass der Entladungslampe La eine für den Übergang des Entladungszustandes in einen stabilen Zustand notwendige Energie zur Verfügung gestellt wird.

Wie weiter oben schon erwähnt wurde, kann die vierte Ausführungsform im wesentlichen dieselben Effekte erzielen wie die erste Ausführungsform.

Die Fig. 8, 9 und 10 zeigen eine fünfte, sechste und siebte Ausführungsform der Erfindung. Ein Ansteuergerät für eine Entladungslampe in Übereinstimmung mit der fünften Ausführungsform von Fig. 8 umfasst eine Verstärkerschaltung 81 (AC/DC-Wandler) zur Umsetzung einer Wechselstromenergie einer Wechselstromquelle AC in eine festgelegte Gleichstromenergie, einen Rückwärtswandler 82 (DC/DC-Wandler) zur Stabilisierung der Ausgangsleistung der Verstärkerschaltung, die der Entladungslampe zugeführt wird und zur Steuerung geeigneter Werte für die Beleuchtungsspannung und den Beleuchtungsstrom der Entladungslampe dient, sowie einen Wechselrichter/Starter-Schaltkreis 83 (DC/AC-Wandler) zur Umwandlung der am Ausgang des Rückwärtswandlers 82 anliegenden Gleichspannung in ein

niederfrequentes Rechtecksignal, das der Entladungslampe zugeführt wird und zur Erzeugung eines hochfrequenten Hochspannungssignals dient, das während der Einschaltphase der Entladungslampe einen Gleichstromanteil enthält.

Die Vorrichtung der sechsten Ausführungsform in Fig. 9 umfasst eine Leistungssteuerung 91 (AC/DC-Wandler) zur Umsetzung einer Wechselstromenergie einer Wechselstromquelle AC in eine Gleichstromenergie, die der Entladungslampe zugeführt wird, und um die Beleuchtungsspannung und den Beleuchtungsstrom der Entladungslampe in geeigneter Weise zu steuern. Die Leistungssteuerung 91 umfasst zudem einen Wechselrichter/Starter-Schaltkreis 92 (DC/AC-Wandler) zur Umsetzung der am Ausgang der Leistungssteuerung anliegenden Gleichspannung in ein niederfrequentes Rechtecksignal und zur Erzeugung eines hochfrequenten Hochspannungssignals, das während der Einschaltphase der Entladungslampe einen Gleichstrom enthält.

Die Vorrichtung der siebten Ausführungsform in Fig. 10 umfasst eine Verstärkerschaltung 101 (AC/DC-Wandler) zur Umwandlung der Wechselspannung einer Wechselstromquelle AC in eine festgelegte Gleichspannung sowie einen Schaltkreis 102 (DC/AC-Wandler), der eine Leistungssteuerung, einen Wechselrichter und einen Startschaltkreis beinhaltet und dazu dient, die Ausgangsspannung der Verstärkerschaltung, die an die Entladungslampe angelegt wird, zu stabilisieren, die Beleuchtungsspannung und den Beleuchtungsstrom in geeigneter Weise zu steuern, das Ausgangssignal der Verstärkerschaltung in ein niederfrequentes Rechtecksignal umzuwandeln, das an die Entladungslampe gegeben wird, sowie zur Erzeugung einer hochfrequenten Hochspannung, die während der Einschaltphase der Entladungslampe einen Gleichspannungsanteil enthält.

Die Wechselstromquelle AC und die Verstärkerschaltungen 81 und 101 der fünften und siebten Ausführungsform können durch eine Gleichstromquelle ersetzt werden, und die Verstärkerschaltung und die Leistungssteuerung 91 können dazu dienen, ein Anwachsen eines Störsignal im Eingangsstrom von der Wechselstromquelle AC zu unterdrücken, um den Leistungsfaktor hoch zu halten.

Weiterhin umfasst sowohl die Wechselrichter/Starter-Schaltkreise 83 und 92 als auch der Schaltkreis 102, der eine Leistungssteuerung, einen Wechselrichter und einen Startschaltkreis beinhaltet, einen Resonanzkreis, der eine Reihenschaltung aus wenigstens einer Spule, einem Kondensator und der Entladungslampe beinhaltet, die mit beiden Kontakten des Kondensators verbunden ist.

Im Betrieb der Vorrichtungen der fünften bis siebten Ausführungsform erfolgt der Leuchtbetrieb während der Einschaltphase der Entladungslampe, während die Frequenz bis nahe an die Resonanzfrequenz des Resonanzkreises erhöht wird. Dies hat zur Folge, dass der Leuchtbetrieb während einer Frequenzänderung selbst dann ausgeführt wird, wenn sich die Resonanzfrequenz dadurch ändert, dass die technischen Daten der Spule und des Kondensators des Resonanzkreises Schwankungen gegenüber ihren zum Zeitpunkt der Herstellung definierten Daten aufweisen, so dass die Resonanzspannung, um die Lampe zu starten, zuverlässig erzeugt werden kann. Darüber hinaus kann ein Zeitintervall, während dem die Erzeugung der Resonanzspannung die Erzeugung eines großen Resonanzstromes hervorruft, verkürzt werden, da die Funktion des Schaltkreises nicht auf die Resonanzfrequenz eingeschränkt ist. Folglich können auf die entsprechenden Bauteile wirkende Belastungen reduziert werden.

Der Wechselrichter/Starter-Schaltkreis 83 und der Schaltkreis 102, der eine Leistungssteuerung, einen Wechselrichter und einen Startschaltkreis beinhaltet, dienen dazu, den Gleichspannungsanteil der oben genannten, durch die Reso-

nanz beim Zünden der Lampe hervorgerufenen, Hochspannung zu überlagern. Werden z. B. die Durchschaltdauern der bei hoher Frequenz betriebenen Schaltelemente in einem Brückenwechselrichter aus dem abgeglichenen Zustand gebracht, so erscheint zwischen beiden Enden des Kondensators eine Gleichspannungskomponente entsprechend dem Tastverhältnis an und eine Resonanzspannung, die die überlagerte Gleichspannungskomponente enthält, liegt an der Entladungslampe an. Folglich verursacht die Resonanzspannung den dielektrischen Durchbruch und den Start der Lampe, wonach die Lampe aufgrund des Gleichstromanteils leicht von der Glimmentladung zur Bogenentladung übergeht und somit das Einschaltverhalten der Lampe verbessert wird.

Obwohl die Schaltelemente in der Wechselrichterschaltung bzw. im Wechselrichterteil in den vorangegangenen Ausführungsformen in der Form einer Halbbrücke veranschaulicht wurden, kann der Wechselrichterteil auch in Form einer Vollbrücke realisiert werden.

Fig. 11 zeigt eine achte Ausführungsform, die eine Wechselrichterschaltung 113A enthält, die einen Wechselrichterteil umfasst, dessen Schaltelemente in Form einer Vollbrücke angeordnet sind. Die Schaltung 113 umfasst eine Reihenschaltung aus einem ersten und einem zweiten Schaltelement Q1 und Q2, z. B. in Form von MOS-FETs, und eine Reihenschaltung aus einem dritten und einem vierten Schaltelement, die beide jeweils mit den Ausgangsanschlüssen der Gleichstromquelle 111A verbunden sind. Der Schaltkreis 113 umfasst weiterhin eine Reihenschaltung aus einem Kondensator C0 und einer Spule L0, die auf der einen Seite mit dem Knotenpunkt zwischen dem ersten und dem zweiten Schaltelement und auf der anderen Seite mit dem Knotenpunkt zwischen dem dritten und dem vierten Schaltelement verbunden ist, sowie eine Hochleistungsentladungslampe, die parallel zu dem Kondensator C0 geschaltet ist. Das Ansteuergerät für eine Entladungslampe umfasst ebenso einen Steuerkreis 115A für die Wechselrichterschaltung, die einen Lampenstrommesskreis 114, einen Lampenspannungsmesskreis 113, einen Steuerkreis 115 und einen Ansteuerkreis 116 beinhaltet.

Im lastlosen Modus der Entladungslampe La werden die Schaltelemente Q1 bis Q4 durch Steuersignale des Ansteuerkreises 116, der wieder vom Steuerkreis 115 angesteuert wird, mit relativ hoher Schaltfrequenz abwechselnd durchgeschaltet und gesperrt, wie durch Wellenformen der Signale der Schaltelemente Q1 bis Q4 in Fig. 12 dargestellt ist. Zu diesem Zeitpunkt, wenn die Schaltfrequenz auf einen Wert nahe der Resonanzfrequenz der Reihenschaltung aus der Spule L0 und dem Kondensator C0 eingestellt ist, liegt am Kondensator C0 eine wie in Fig. 12 dargestellte Hochspannung V1a an und sorgt für den dielektrischen Durchbruch und den Übergang in die Leuchtphase der Entladungslampe La. Wird der lastlose Zustand weitergeführt, wird der oben erwähnte lastlose Betriebszustand intermittierend fortgesetzt.

Wird die Entladungslampe La als nächstes gezündet und in ihren stationären Zustand versetzt, wird eine Periode, während der das erste und das dritte Schaltelement Q1 und Q3 mit hoher Frequenz umgeschaltet werden, abwechselnd mit relativ niedriger Frequenz wiederholt. Das vierte Schaltelement Q4 wird, während das erste Schaltelement Q1 mit hoher Frequenz umgeschaltet wird, in seinen durchgeschalteten Zustand gesetzt, und das zweite Schaltelement Q2 wird, während das dritte Schaltelement Q3 mit hoher Frequenz umgeschaltet wird, in seinen durchgeschalteten Zustand gesetzt. Dies hat zur Folge, dass ein Lampenstrom I1a, der eine dem Gleichstromanteil überlagerte, hochfrequente Restwelligkeit enthält, über die Entladungslampe La fließt

und mit geringer Frequenz ungepolt wird, wodurch die Entladungslampe mit einer nahezu rechteckigen Spannung versorgt wird.

Da die Schaltvorgänge der Schaltelemente Q1 bis Q4 durch den Steuerstromkreis 115 gesteuert werden, der Signale von dem Lampenspannungsmesskreis 113 und dem Strommesskreis 114 empfängt, kann die Entladungslampe La mit einem geeigneten Ausgangsstrom versorgt werden.

Ebenso wie in den vorangegangenen Ausführungsformen, wird selbst in der achten Ausführungsform der Lampenstrom I1a in einem instabilen Entladungszustand, nach dem dielektrischen Durchbruch und dem Übergang zum stationären Zustand, erhöht, um den Übergang der Lampe in den Bogenentladungszustand zu erleichtern und ihr Einschaltverhalten zu verbessern. Die Arbeitsweise nach dem Start der Lampe entspricht im wesentlichen den bisherigen Ausführungsformen, so dass auf eine Erklärung verzichtet wird.

Fig. 13 zeigt eine neunte Ausführungsform, die mit der achten Ausführungsform im wesentlichen identisch ist, bis auf die Tatsache, daß das dritte und das vierte Schaltelement Q3 und Q4 der Vollbrücke der Schaltelemente des Wechselrichters ersetzt sind durch eine Reihenschaltung aus den Kondensatoren C01 und C02, ein Kondensator C2 parallel zu einer Reihenschaltung aus der Spule L1 und dem Kondensator C1 geschaltet ist und eine Spule L2 auf der einen Seite mit dem Knotenpunkt zwischen der Spule L1 und dem Kondensator C2 und auf der anderen Seite mit dem Knotenpunkt zwischen dem ersten und dem zweiten Schaltelement Q1 und Q2 verbunden ist und somit ein Doppelresonanzkreis gebildet wird.

Wird für die Entladungslampe La eine Hochleistungsentladungslampe verwendet, leuchtet die Lampe im allgemeinen nicht bei einer hohen Frequenz von einigen zehn kHz, wie bei einer Leuchtstoffröhre. Das liegt darin begründet, dass sich in einem so hohen Frequenzbereich der Lampe ein akustisches Resonanzphänomen einstellen kann, das instabile Entladungen zur Folge hat. Um dies zu vermeiden, wird daher die Lampe, sofern es sich um eine Hochleistungsentladungslampe handelt, mit einer niederfrequenten Rechteckspannung bzw. einem niederfrequenten Rechteckstrom betrieben. Selbst in diesem Fall werden, wie in den vorangegangenen Ausführungsformen, hochfrequente Komponenten durch hochfrequentes Umschalten des ersten und des zweiten Schaltelements im stationären Leuchtmodus dem Lampenstrom überlagert. Akustische Resonanzphänomene, wie sie oben beschrieben wurden, finden vermehrt insbesondere dann statt, wenn die hochfrequenten Anteile groß werden. Um dies zu vermeiden, bilden in der neunten Ausführungsform die Induktionsspule L2 und der Kondensator C2, die den Doppelresonanzkreis bilden, einen Tiefpassfilter, um solche hochfrequenten Komponenten zu entfernen. Da der Filter hochfrequente Komponenten eliminieren kann, kann das akustische Resonanzphänomen vermieden werden.

Bei den vorangegangenen Ausführungsformen wurde die der Entladungslampe zugeführte Leistung durch den Wechselrichterteil der Wechselrichterschaltung gesteuert. Die Aufgabe der Leistungssteuerungsteils kann jedoch auch als eine vom Wechselrichterteil abgetrennte Komponente ausgeführt werden, wie dies in Fig. 14 der zehnten Ausführungsform dargestellt ist. In diesem Fall wird der Leistungssteuerungsteil in Form eines Rückwärtswandlers gebildet, in dem das Mittel 53 zur Bestimmung der Lampenleistung, ausgehend von den Werten des Mittels 51 zur Bestimmung der Lampenspannung und des Mittels 52 zur Bestimmung des Lampenstromes, auf einen geeigneten Wert eingestellt wird und der Ansteuerungsstromkreis 54 entsprechend die Schaltfunktionen der Schaltelemente Q1 bis Q4 im Wech-

selrichterteil steuert. Ein so gewonnenes Ausgangssignal wird vom Wechselrichterteil in ein niederfrequentes Rechtecksignal umgesetzt und der Entladungslampe La zugeführt. Die Schaltelemente Q1 bis Q4 des Wechselrichterteils arbeiten wie in durch die in Fig. 15 dargestellten Wellenformen, was zur Folge hat, dass eine Resonanzspannung, der ein Gleichspannungsanteil überlagert ist, wie bei den vorangegangenen Ausführungsformen erzeugt und dazu benutzt wird, die Entladungslampe zu starten.

In den vorangegangenen Ausführungsformen ist der Schaltvorgang zwischen der Einschaltphase und dem Leuchtmodus nicht im einzelnen spezifiziert, der Leuchtzustand der Entladungslampe kann aber durch das Mittel zur Bestimmung des Lampenstromes bzw. das Mittel zur Bestimmung der Lampenspannung ermittelt werden, um zwischen den Betriebszuständen umzuschalten, bzw. der Einschaltvorgang kann über eine vorbestimmte Periode nach der Inbetriebnahme fortgesetzt und dann in den Leuchtbetrieb umgeschaltet werden.

Fig. 16 zeigt ein Wellendiagramm zur Erläuterung der Arbeitsweise einer elften Ausführungsform, die einen Steuerkreis umfasst, der so angeordnet ist, dass der Lampenstrom unmittelbar nach dem Einschalten der Entladungslampe, um ihren Einschaltvorgang in der Anordnung der ersten Ausführungsform zu verbessern. Fig. 16(a) zeigt genauer einen lastlosen, intermittierenden Betriebszustand (I) in dem eine Resonanzspannung im lastlosen Modus intermittierend an die Entladungslampe La abgegeben wird, und einen lastlosen stationären Betriebszustand (II). Im lastlosen, intermittierenden Betriebszustand (I), wie in Fig. 16(b) und 16(c) dargestellt ist, sorgt die Steuerung dafür, dass die hochfrequenten Schaltoperationen der Schaltelemente Q1 und Q2 diskontinuierlich ausgeführt werden, wobei dann die an die Entladungslampe La angelegte Spannung wie in Fig. 16(d) gezeigt ist, hoch ist.

Zu diesem Zeitpunkt besitzt der durch die Entladungslampe geführte Lampenstrom I_{La} durch Ansteuerung mit Hilfe des Steuerkreises 5A einen Wert I_1 , der größer ist, als der gewöhnlich im Leuchtmodus existierende Wert I_2 , wie aus Fig. 16(e) ersichtlich ist. Wenn aufgrund der Resonanzspannung im lastlosen Modus der dielektrische Durchbruch der Entladungslampe erfolgt und die Entladungslampe zündet, wird die Entladungslampe La über den Wechselrichterteil der Wechselrichterschaltung 3A mit Energie aus der Gleichstromquelle 1A versorgt, so dass der Lampenstrom I_{La} wie in Fig. 16(f) durch die Lampe zu fließen beginnt. Der Lampenstrommesskreis 52 ermittelt den Zeitpunkt, ab dem der Lampenstrom I_{La} fließt und somit den Zündzeitpunkt der Entladungslampe La. D. h., der Lampenstrommesskreis 52 wird auch als Mittel eingesetzt, um den Beleuchtungszustand zu bestimmen.

Erkennt der Lampenstrommesskreis 52 das Zünden der Lampe, gibt er ein Messsignal, wie es in Fig. 16(g) gezeigt ist, an den Ausgang. Empfängt der Steuerkreis 5A das Messsignal vom Messkreis 52, steuert er die Schaltvorgänge der Schaltelemente Q1 und Q2 derart, dass ein Strom fließt, der einen Wert I_2 besitzt, welcher größer ist, als der übliche Wert I_1 , der durch die Messsignale des Lampenstrommesskreises 52 und des Lampenspannungsmesskreises 51 bestimmt wird. Dies hat zur Folge, dass wenn – nachdem der dielektrische Durchbruch stattgefunden hat – die Entladungslampe La zündet und leuchtet, ein größerer Lampenstrom I_{La} im instabilen Entladungszustand, d. h. vor dem Übergang in den stationären Zustand, durch die Lampe geführt, der Übergang zum Bogenentladungszustand erleichtert und ihren Einschaltvorgang verbessert werden kann.

Nach Durchschreiten der konstanten Zeitspanne τ steuert der Steuerkreis 5A die Schaltvorgänge der Schaltelemente

Q1 und Q2, um die Stromstärke I_1 zu liefern, die durch die Messsignale des Lampenstrommesskreises 52 und des Lampenspannungsmesskreises 51 bestimmt wurde.

Fig. 17 zeigt ein Wellenformdiagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise der zwölften Ausführungsform. Eine Vorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform beinhaltet, zusätzlich zu der Schaltkreiskonfiguration der ersten Ausführungsform, ein Mittel zum intermittierenden Anlegen einer Startspannung. Der Steuerkreis 5A stoppt das Mittel zum intermittierenden Anlegen einer Startspannung sofort nachdem die Entladungslampe eingeschaltet wurde und führt den Einschaltvorgang der Entladungslampe kontinuierlich fort.

Im lastlosen Betriebsintervall (I) gemäß Fig. 17(a), wird unter der Annahme, dass – wie dies in Fig. 17(d) dargestellt ist – eine hohe Resonanzspannung im lastlosen Zustand einen dielektrischen Durchbruch der Entladungslampe La hervorruft und die Lampe zündet, der Entladungslampe La von der Gleichstromquelle 1A eine Energie zugeführt, so dass ein Lampenstrom I_{La} zu fließen beginnt, wie dies in Fig. 17(f) dargestellt ist. Misst der Lampenstrommesskreis 51 den Einsatz des Lampenstromes I_{La} und somit das Zünden der Entladungslampe La, gibt der Messkreis 51 ein Messsignal an den Steuerkreis 5A wie es in Fig. 17(g) dargestellt ist. Empfängt der Steuerkreis 5A das Messsignal, steuert er die Schaltelemente Q1 und Q2 derart an, daß Schaltvorgänge, wie sie in Fig. 17(b) und Fig. 17(c) dargestellt sind, während einer Zeitspanne τ im lastlosen Zustand ausgeführt werden und dass die intermittierenden Schaltvorgänge im Falle einer kontinuierlichen Arbeitsweise im lastlosen Zustand gestoppt werden. Nach Durchschreiten der konstanten Zeitspanne τ , wird die Steuerung in den stationären Betrieb verschoben.

Dies hat zur Folge, dass der Übergang vom instabilen Zustand unmittelbar nach Einschalten der Entladungslampe La in den stabilen Leuchtzustand erleichtert werden kann. Zudem werden die Schaltvorgänge, nachdem die Lampe in eine Phase (III) eines stabilen Leuchtzustandes überging, dem stationären Zustand angepasst, wodurch ein zuverlässiger Start realisiert werden kann. Darüber hinaus wird der intermittierende Betrieb zugunsten eines kontinuierlichen Betriebs beendet, nachdem bei der Entladungslampe La der dielektrische Durchbruch erfolgte, so dass das Erlöschen der Entladungslampe La, das durch die intermittierendoszillierende Betriebsweise verursacht wird, vermieden und der Einschaltvorgang verbessert werden kann. Fig. 17(c) zeigt den Betrag des Lampenstromes I_{La} wie er durch den Steuerkreis 5A bestimmt ist.

In der lastlosen, kontinuierlichen Betriebsphase (II) nach dem dielektrischen Durchbruch, fließt selbst dann kein Lampenstrom I_{La} , wenn die Entladungslampe erlischt, wie in Fig. 18(f) durch "a" gezeigt ist und das Messsignal des Lampenstrommesskreises 51 wird nicht an den Ausgang gegeben, wie in Fig. 18(g) dargestellt ist; die Fortführung der kontinuierlichen, lastlosen Betriebsweise hat zur Folge, dass eine so hohe Resonanzspannung wie aus Fig. 18(d) ersichtlich ist an die Entladungslampe La angelegt wird. Dies hat zur Folge, dass wiederum ein dielektrischer Durchbruch stattfinden und somit die Entladungslampe La zünden kann. Somit wird ein zuverlässiges Einschalten der Lampe gewährleistet. Fig. 18 (a) bis (g) zeigen eine Zeittafel entsprechend den Fig. 17 (a) bis (g).

Fig. 19 zeigt eine Zeittafel zur Erklärung der Funktionsweise der dreizehnten Ausführungsform. Eine Vorrichtung der vorliegenden Ausführungsform weist ebenso wie die zwölfte Ausführungsform ein Mittel zur intermittierenden Zuschaltung der Startspannung auf. Der Steuerkreis 5A beendet die intermittierende Zuführung der Spannung unmit-

telbar nachdem die Lampe gezündet hat, führt den Einschaltvorgang der Entladungslampe fort und erhöht den Lampenstrom.

In einer Betriebsphase (I) im lastlosen Zustand gemäß Fig. 19(a) wird der Entladungslampe La von der Gleichstromquelle 1A eine Energie zugeführt, so dass ein Lampenstrom I_{La} einsetzt, wie dies in Fig. 19(f) dargestellt ist, falls eine so hohe Spannung V_{La} , basierend auf der Resonanzspannung im lastlosen Zustand wie es in Fig. 19(d) dargestellt ist, bei der Entladungslampe La einen dielektrischen Durchbruch hervorruft und die Lampe zündet. Sobald der Lampenstrommesskreis 52 einen Lampenstrom I_{La} und somit das Zünden der Entladungslampe La misst, gibt der Messkreis 52 ein solches Messsignal an den Steuerkreis 5A, wie es in Fig. 19(g) dargestellt ist. Empfängt der Steuerkreis 5A das Messsignal, steuert er die Schaltelemente Q1 und Q2 an, um Schaltvorgänge ähnlich denen im lastlosen Zustand wie sie in Fig. 19(b) und 19(c) dargestellt sind und beendet die intermittierende Arbeitsweise im lastlosen Zustand zugunsten einer kontinuierlichen Arbeitsweise. Der Steuerkreis 5A steuert ebenfalls die Schaltelemente Q1 und Q2 derart, dass der dann fließende Lampenstrom I_{La} einen Betrag I_1 hat, der größer ist als der Betrag I_2 , der durch die Signale des Lampenstrommesskreises 52 und des Lampenstrommesskreises 51 gemäß Fig. 19(a) bestimmt ist. Nach Durchschreiten der konstanten Zeitspanne τ , ist die Steuerung zum stationären Zustand verschoben.

Daraus folgt, dass der Übergang vom instabilen Zustand unmittelbar nach dem Einschalten der Entladungslampe La zum stabilen Leuchtzustand erleichtert werden kann. Darüber hinaus wird die Lampe, nachdem sie in die Phase (III) des stabilen Leuchtzustandes überging, durch die Schaltvorgänge des stationären Zustandes angesteuert, wodurch die Lampe zuverlässig gezündet werden kann. Zudem beendet die Lampe die intermittierende Arbeitsweise und beginnt die kontinuierliche Arbeitsweise, nach dem dielektrischen Durchbruch. Dies hat zur Folge, dass das Erlöschen der Entladungslampe La, verursacht durch die intermittierend-oszillierende Arbeitsweise, vermieden und eine Verbesserung des Einschaltvorgangs realisiert werden kann.

Fig. 20 ist ein Wellenformdiagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise einer Vorrichtung in Übereinstimmung mit der vierzehnten Ausführungsform. Die vorliegende Vorrichtung weist im wesentlichen die gleiche Anordnung auf wie der Schaltkreis der dreizehnten Ausführungsform, dahingehend, dass der Steuerkreis 5A unmittelbar nach dem Zünden der Lampe das Mittel beendet, das eine intermittierende Startspannung während der Einschaltphase liefert, den Einschaltvorgang fortsetzt und den Lampenstrom erhöht. Sie unterscheidet sich jedoch von der dreizehnten Ausführungsform in der Betriebsweise nach dem Zünden der Lampe, der im folgenden beschrieben wird.

In einer Betriebszeitspanne (I) im lastlosen Zustand gemäß Fig. 20(a) wird der Entladungslampe La von der Gleichstromquelle 1A Energie zugeführt, so dass ein Lampenstrom I_{La} wie in Fig. 20(f) dargestellt fließt. Dabei wird jetzt angenommen, daß durch eine so hohe Spannung wie in Fig. 20(d) dargestellt, basierend auf der Resonanzspannung im lastlosen Zustand, ein dielektrischer Durchbruch erfolgt und den Zündvorgang einleitet. Registriert der Lampenstrommesskreis 52, dass der Lampenstrom I_{La} zu fließen beginnt und somit der Zündvorgang der Entladungslampe La beginnt, so gibt der Messkreis 52 ein solches Signal an den Steuerkreis 5A, wie es in Fig. 20(g) dargestellt ist. Empfängt der Steuerkreis 5A das Messsignal, steuert er die Schaltelemente Q1 und Q2 an, so daß Schaltvorgänge ähnlich wie im lastlosen Zustand, dargestellt in Fig. 20(b) und 20(c), während des konstanten Zeitintervalls τ ausgeführt werden, und

geht vom intermittierenden Betrieb in den kontinuierlichen Betrieb über. Der Steuerkreis 5A steuert ebenso die Schaltelemente Q1 und Q2 derart, dass der dann fließende Lampenstrom I_{La} einen Betrag I_1 hat, der größer ist, als ein Betrag I_2 , der durch Signale des Lampenstrommesskreises 52 und des Lampenstrommesskreises 51 bestimmt wird. Das Durchschreiten der konstanten Zeitspanne τ , ohne daß die Lampe erlischt, hat zur Folge, daß die Lampe in den stationären Betrieb übergeht.

Selbst wenn in einer Betriebsphase (II) im lastlosen Zustand die Entladungslampe La erlischt, fließt kein Lampenstrom I_{La} , wie durch "a" in Fig. 20(f) dargestellt, liefert der Lampenstrommesskreis 52 kein Messsignal und der lastlose Betrieb wird kontinuierlich fortgesetzt. Aus diesem Grund kann an der Entladungslampe La eine so hohe Resonanzspannung entwickelt werden, wie in Fig. 20(d) dargestellt ist, so dass die Entladungslampe erneut gestartet werden kann. In der vorliegenden Ausführungsform ist der kontinuierliche, lastlose Betrieb wird der kontinuierliche, lastlose Betrieb in der konstanten Zeitspanne τ wieder vom Startzeitpunkt der Entladungslampe La wiederholt, wodurch der Beginn der lastlosen, kontinuierlichen Betriebsphase (III) verzögert wird.

Dies hat zur Folge, dass die Entladungslampe leicht vom instabilen Zustand unmittelbar nach dem Zünden der Entladungslampe La in den Bogenentladungszustand als dem stabilen Leuchtzustand überführt werden kann, wodurch die Lampe zuverlässig eingeschaltet werden kann. Darüber hinaus wird nach dem dielektrischen Durchbruch der Entladungslampe La der intermittierende Betrieb zugunsten des kontinuierlichen Betriebs gestoppt. Dadurch kann das Erlöschen der Entladungslampe La, verursacht durch den intermittierend-oszillierenden Betrieb verhindert und somit ein verbesserter Einschaltprozeß realisiert werden.

Zudem kann während des Einschaltvorgangs sofort eine Startspannung an die Lampe angelegt werden, selbst wenn die Entladungslampe La erlischt. Desweiteren kann die Entladungslampe, selbst nach dem Neustart, den lastlosen, kontinuierlichen Betrieb für eine ausreichend lange Zeit aufrecht erhalten, wodurch die Lampe zuverlässiger gestartet werden kann.

Patentansprüche

1. Ansteuergerät für eine Entladungslampe bestehend aus:

einer Gleichstromquelle, die zwei Ausgangsanschlüsse zur Lieferung von Gleichstromenergie aufweist;
einer Wechselrichterschaltung, die eine Reihenschaltung aus wenigstens einem ersten und einem zweiten Schaltelement umfasst, die parallel zu den Ausgangsanschlüssen der Gleichstromquelle angeordnet ist und die von der Gleichstromquelle erhaltene Gleichstromenergie in eine Wechselstromenergie umsetzt;
einem resonanten Lastschwingkreis, der eine Induktionsspule, einen Kondensator und eine Entladungslampe enthält und an den die Wechselstromenergie der Wechselrichterschaltung angelegt ist; und
einem Steuerungsmittel, mit dem abwechselnd das erste und das zweite Schaltelement der Wechselrichterschaltung durchgeschaltet und gesperrt wird und somit die an die Entladungslampe des resonanten Lastschwingkreises angelegte Spannung gesteuert wird, wobei das Steuerungsmittel das erste und das zweite Schaltelement mit einer hohen Schaltfrequenz durchschaltet und sperrt und damit abwechselnd eine erste Periode geliefert wird, während der die Einschaltdauer des

zweiten Schaltelements länger ist als die des ersten Schaltelements, und eine zweite Periode, während der die Einschaltdauer des zweiten Schaltelements kürzer ist als die des ersten Schaltelements, um somit eine niederfrequente Rechteckspannung an die Entladungslampe anzulegen;
 das Steuerungsmittel dem von dem Lastschwingkreis im Zündmodus der Entladungslampe empfangenen Resonanzimpuls signal eine Gleichstromkomponente überlagert; und
 das Steuerungsmittel kontinuierlich die Schaltfrequenz der Schaltelemente ändert, um die Entladungslampe mit einer Hochspannung zu versorgen.
 2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei das Steuerungsmittel die Schaltfrequenz des ersten und des zweiten Schaltelements für eine festgelegte Zeitspanne, beginnend zu einem Startzeitpunkt wenigstens einer der zwei Perioden, ändert.
 3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei das Steuerungsmittel mehrfach in wenigstens einer der zwei Perioden die Schaltfrequenz des ersten und des zweiten Schaltelements ändert.
 4. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei das Steuerungsmittel die Schaltfrequenz des ersten und des zweiten Schaltelements in wenigstens einer der zwei Perioden zu einer höheren oder einer niedrigeren Frequenz verschiebt.
 5. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei das Steuerungsmittel die Schaltfrequenz des ersten und des zweiten Schaltelements in wenigstens einer der zwei Perioden zu einer höheren oder einer niedrigeren Frequenz verschiebt.
 6. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei das Steuerungsmittel die Schaltfrequenz des ersten und des zweiten Schaltelements in wenigstens einer der zwei Perioden zur niedrigeren Frequenz verschiebt.
 7. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei das Steuerungsmittel die Schaltfrequenz des ersten und des zweiten Schaltelements in wenigstens einer der zwei Perioden zur niedrigeren Frequenz verschiebt.
 8. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Wechselrichterschaltung eine Reihenschaltung aus einem ersten und einem zweiten Kondensator umfasst, die parallel zu dem ersten und dem zweiten Schaltelement angeordnet ist, wobei das erste und das zweite Schaltelement in Form einer Halbbrücke verbunden sind.
 9. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Wechselrichterschaltung eine Reihenschaltung aus einem dritten und einem vierten Schaltelement umfasst, die parallel zu dem ersten und dem zweiten Schaltelement angeordnet ist, wobei die vier Schaltelemente in Form einer Vollbrücke verbunden sind.
 10. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Induktionsspule und der Kondensator des resonanten Lastschwingkreises dadurch einen Reihenresonanzkreis bilden, dass die Induktionsspule und der Kondensator in Reihe zueinander geschaltet sind.
 11. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei der resonante Lastschwingkreis ein doppelter LC-Resonanzkreis ist, der zwei Induktionsspulen und zwei Kondensatoren umfasst.
 12. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei: die Wechselrichterschaltung eine Reihenschaltung aus dem ersten und dem zweiten Kondensator umfasst, die parallel zu dem ersten und dem zweiten Schaltelement angeordnet ist;
 der resonante Lastschwingkreis als doppelter LC-Resonanzkreis ausgebildet ist und eine erste Induktions-

spule und einen dritten Kondensator umfasst, die eine Reihenschaltung bilden, die auf einer Seite mit einem Knotenpunkt zwischen dem ersten und dem zweiten Schaltelement und auf der anderen Seite mit einem Knotenpunkt zwischen dem ersten und dem zweiten Kondensator verbunden ist;
 ein vierter Kondensator parallel zu dem ersten und dem dritten Kondensator geschaltet ist;
 eine zweite Induktionsspule mit dem Knotenpunkt zwischen dem ersten und dem zweiten Schaltelement und dem Knotenpunkt zwischen der ersten Induktionsspule und dem vierten Kondensator verbunden ist; und
 eine Entladungslampe parallel zu dem dritten Kondensator geschaltet ist.
 13. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei: die Wechselrichterschaltung eine Reihenschaltung aus dem ersten und dem zweiten Kondensator umfasst, die parallel zu dem ersten und dem zweiten Schaltelement angeordnet ist;
 das erste und das zweite Schaltelement in Form einer Halbbrücke verbunden sind; und
 das Steuerungsmittel die Schaltfrequenz des ersten und des zweiten Schaltelements in wenigstens einer der ersten und der zweiten Periode ändert.
 14. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Gleichstromquelle ein Mittel enthält, das eine von einer Wechselstromquelle erhaltene Wechselstromenergie in eine Gleichstromenergie umsetzt und das Umsetzungsmittel eine Anordnung aufweist, in der es das erste und das zweite Schaltelement der Wechselrichterschaltung verwendet.
 15. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei eine Entladungslampe des resonanten Lastschwingkreises eine Hochleistungsentladungslampe ist; die Wechselrichterschaltung Mittel zur intermittierenden Oszillation umfasst und damit intermittierend die hochfrequente Umschaltung des ersten und des zweiten Schaltelements bewirkt;
 das Steuerungsmittel ein Leuchtzustandbeurteilungsmittel umfasst, um den Leuchtzustand der Hochleistungsentladungslampe zu beurteilen; und
 zur stabilen Inbetriebnahme das Steuerungsmittel für eine festgelegte Zeitspanne nach Feststellung des Leuchtzustandes der Hochleistungsentladungslampe durch das Leuchtzustandbeurteilungsmittel wenigstens das Mittel zur intermittierenden Oszillation von wenigstens der Wechselrichterschaltung steuert, um die Hochleistungsentladungslampe stabil zu betreiben.
 16. Vorrichtung gemäß Anspruch 15, wobei das Steuerungsmittel die Hochleistungsentladungslampe in einem Leuchtzustand hält, indem ein Strom, der größer als ein festgelegter Wert ist, beim Einsetzen des Leuchtens für eine festgelegte Zeit nach der Feststellung des Leuchtzustandes der Entladungslampe durch das Leuchtzustandbeurteilungsmittel durch die Entladungslampe geführt wird.
 17. Vorrichtung gemäß Anspruch 15, wobei das Steuerungsmittel die Hochleistungsentladungslampe in einem Leuchtzustand hält, während der resonante Lastschwingkreis für eine festgelegte Zeitspanne nach der Feststellung des Leuchtzustandes der Entladungslampe durch das Leuchtzustandbeurteilungsmittel aktiviert ist.
 18. Vorrichtung gemäß Anspruch 15, wobei das Steuerungsmittel die Funktion des Mittels zur intermittierenden Oszillation auch dann unterbindet, wenn das Leuchtzustandbeurteilungsmittel in der festgelegten Zeitspanne nach Feststellung des Leuchtzustandes der

Entladungslampe durch das Leuchtzustandbeurteilungsmittel einen Nicht-leuchtzustand der Hochleistungsentladungslampe ermittelt, und weiterhin eine Spannung der Entladungslampe zuführt, um den Startprozess des resonanten Lastschwingkreises fortzusetzen.

19. Vorrichtung gemäß Anspruch 15, wobei das Steuerungsmittel die Funktion des Mittels zur intermittierenden Oszillation auch dann unterbindet, wenn das Leuchtzustandbeurteilungsmittel in der festgelegten Zeitspanne nach Feststellung des Leuchtzustandes der Entladungslampe durch das Leuchtzustandbeurteilungsmittel einen Nicht-leuchtzustand der Hochleistungsentladungslampe ermittelt, weiterhin eine Spannung der Entladungslampe zuführt, um den Startprozess des resonanten Lastschwingkreises fortzusetzen, und der Entladungslampe einen Strom zuführt, dessen Betrag größer ist, als ein festgelegter Wert, der der Entladungslampe zum anfänglichen Zündzeitpunkt zugeführt wird.

20. Vorrichtung gemäß Anspruch 15, wobei: das Steuerungsmittel zudem ein Lampenstrommessmittel und ein Lampenspannungsmessmittel umfasst; das Lampenstrommessmittel einen Strom erkennt, der von der Gleichstromquelle geliefert wird, wenn die Entladungslampe einen dielektrischen Durchbruch erfährt und mit einer Resonanzspannung des resonanten Lastschwingkreises im lastlosen Zustand zündet; das Steuerungsmittel die Ansteuerung des ersten und des zweiten Schaltelements der Wechselrichterschaltung für eine festgelegte Zeitspanne entsprechend dem Messsignal, das vom Lampenstrommessmittel gemessen wird, fortsetzt; und das Steuerungsmittel den Betrieb des Mittels zur intermittierenden Oszillation beendet und den Zündprozess fortführt, sowie durch Steuerung des ersten und des zweiten Schaltelements einen Strom durch die Entladungslampe führt, dessen Betrag größer ist als der Wert, der durch die Messsignale des Lampenstrommessmittels und des Lampenspannungsmessmittels bestimmt ist.

21. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei: die Gleichstromquelle einen Gleichrichter, der parallel zu einer Wechselstromquelle angeordnet ist, und eine spannungserhöhende Zehacker-Schaltung, die parallel zu dem Gleichrichter angeordnet ist, umfasst; die spannungserhöhende Zehacker-Schaltung eine zweite Induktionsspule umfasst, deren eines Ende mit dem auf hohem Potential liegenden Ausgangsanschluss des Gleichrichters verbunden ist, sowie eine erste Diode, deren Anode mit dem anderen Ende der zweiten Induktionsspule verbunden ist, ein drittes Schaltelement, das mit dem anderen Ende der zweiten Induktionsspule und einem, auf niederem Potential liegenden Ausgangsanschluss des Gleichrichters verbunden ist, sowie eine parasitäre Diode, die parallel zu dem dritten Schaltelement angeordnet ist; die Wechselrichterschaltung eine Reihenschaltung aus einer zweiten Diode, dem ersten Schaltelement, einer dritten Diode und dem zweiten Schaltelement umfasst, die parallel zu den Ausgangsanschlüssen der Gleichspannungsquelle liegt, sowie eine vierte Diode, die parallel zu der zweiten Diode und dem ersten Schaltelement liegt, eine fünfte Diode, die parallel zu der dritten Diode und dem zweiten Schaltelement angeordnet ist, und eine Reihenschaltung aus einem zweiten und dritten Kondensator, die parallel zu den Ausgangsanschlüssen der Gleichspannungsquelle liegt;

der resonante Lastschwingkreis eine Reihenschaltung aus einer ersten Induktionsspule und einem ersten Kondensator umfasst, die auf der einen Seite sowohl mit dem Knotenpunkt zwischen dem ersten Schaltelement und der dritten Diode als auch mit dem Knotenpunkt zwischen der vierten und der fünften Diode und auf der anderen Seite mit dem Knotenpunkt zwischen dem zweiten und dem dritten Kondensator der Wechselrichterschaltung verbunden ist, sowie eine Entladungslampe, die parallel zum ersten Kondensator geschaltet ist; und

das Steuerungsmittel einen ersten Steuerkreis zur Messung einer Ausgangsspannung der spannungserhöhenden Zehacker-Schaltung und zur Steuerung der Schaltvorgänge des dritten Schaltelements umfasst, um die Ausgangsspannung des Gleichrichters auf einen festgelegten Pegel anzuheben einen zweiten Steuerkreis zur Steuerung der Schaltvorgänge des ersten und zweiten Schaltelements, basierend auf der Leistung der Entladungslampe, die durch Messung des der Entladungslampe zugeführten Stromes und der an der Entladungslampe anliegenden Spannung bestimmt wird.

22. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei: die Gleichspannungsquelle einen Gleichrichter umfasst, der parallel zu einer Wechselstromquelle geschaltet ist, sowie einen zweiten Kondensator, der parallel zu den Ausgangsanschlüssen des Gleichrichters verbunden ist, eine zweite Induktionsspule, deren eines Ende mit einem auf hohem Potential liegenden Ausgangsanschluss des Gleichrichters verbunden ist, eine erste Diode, die anodenseitig mit dem anderen Ende der zweiten Induktionsspule verbunden ist, ein drittes Schaltelement, das mit dem anderen Ende der zweiten Induktionsspule und einem auf niederem Potential liegenden Ausgangsanschluss des Gleichrichters verbunden ist, sowie einen dritten Kondensator, der mit der Kathode der ersten Diode und dem auf niederem Potential liegenden Ausgangsanschluss des Gleichrichters verbunden ist;

die Wechselrichterschaltung eine Vollbrücke ist, die eine Reihenschaltung aus dem ersten und dem zweiten Schaltelement und eine Reihenschaltung aus dem vierten und dem fünften Schaltelement umfasst, wobei beide Reihenschaltungen parallel zu den Ausgangsanschlüssen der Gleichstromquelle angeordnet sind; der resonante Lastschwingkreis eine Reihenschaltung aus einer ersten Induktionsspule und einem ersten Kondensator umfasst, die auf der einen Seite mit dem Knotenpunkt zwischen dem ersten und dem zweiten Schaltelement und auf der anderen Seite mit dem Knotenpunkt zwischen dem vierten und dem fünften Schaltelement verbunden ist, und die zudem eine Entladungslampe enthält, die parallel zu dem ersten Kondensator liegt; und

das Steuerungsmittel einen ersten Steuerkreis zur Ansteuerung der Schaltvorgänge des dritten Schaltelements als Reaktion auf die Ausgangsgröße der Gleichstromquelle umfasst, sowie einen zweiten Steuerkreis zur Ansteuerung des ersten und des fünften Schaltelements aufgrund von Messsignalen, die durch Messung eines Stromes und einer Spannung, mit denen die Entladungslampe versorgt wird, gewonnen wurden.

23. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei: die Wechselrichterschaltung zudem eine Reihenschaltung aus einem zweiten und einem dritten Kondensator umfasst, die parallel zu den Ausgangsanschlüssen der Gleichstromquelle angeordnet sind; und der resonante Laststromkreis einen ersten Resonanz-

kreis umfasst, der eine Reihenschaltung aus der Induktionsspule und dem erstgenannten Kondensator beinhaltet, wobei dieser Kondensator auf der einen Seite mit dem Knotenpunkt zwischen dem zweiten und dem dritten Kondensator und die Induktionsspule auf der anderen Seite mit dem Knotenpunkt zwischen dem ersten und dem zweiten Schaltelement verbunden ist, sowie einen zweiten Resonanzkreis, der eine Reihenschaltung aus einem vierten, parallel zum ersten Resonanzkreis liegenden Kondensator und einer dritten Induktionsspule umfasst, die zwischen dem anderen Ende der Induktionsspule des ersten Resonanzkreises und dem Knotenpunkt zwischen dem ersten und dem zweiten Schaltelement liegt, wobei die genannte Last parallel zum Kondensator des ersten Resonanzkreises liegt.

Hierzu 17 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

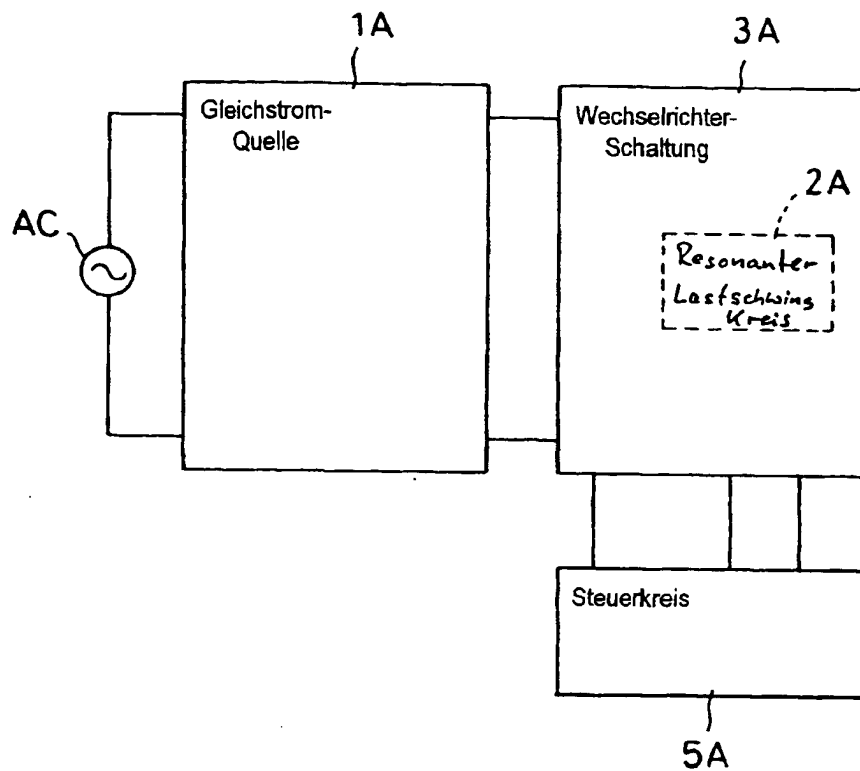


FIG. 2

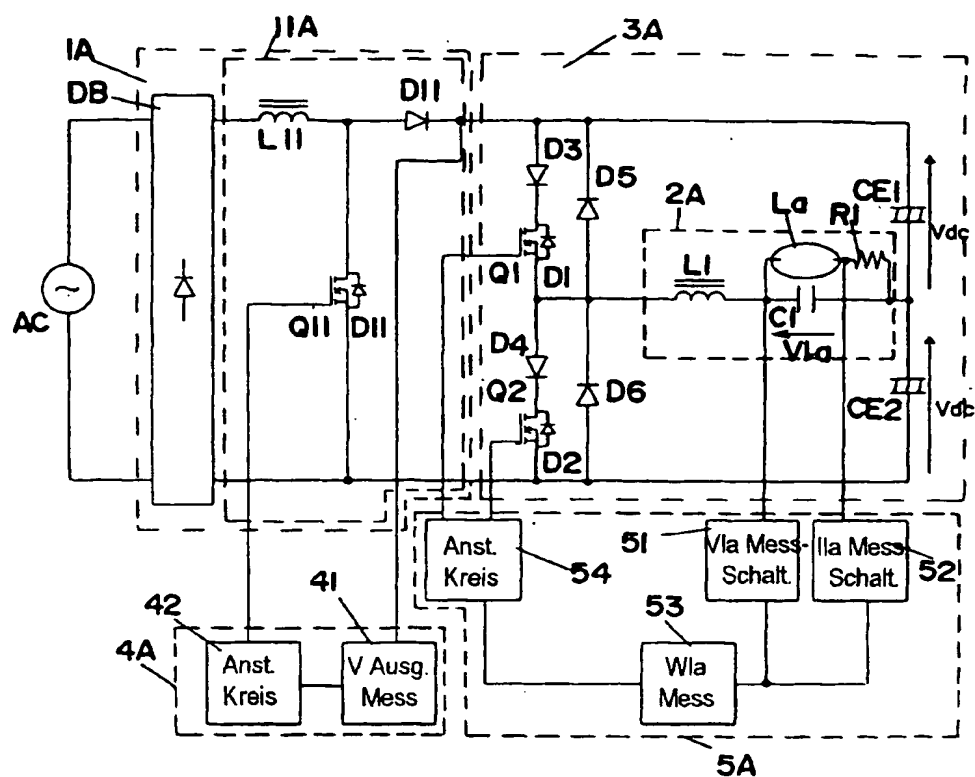


FIG. 3

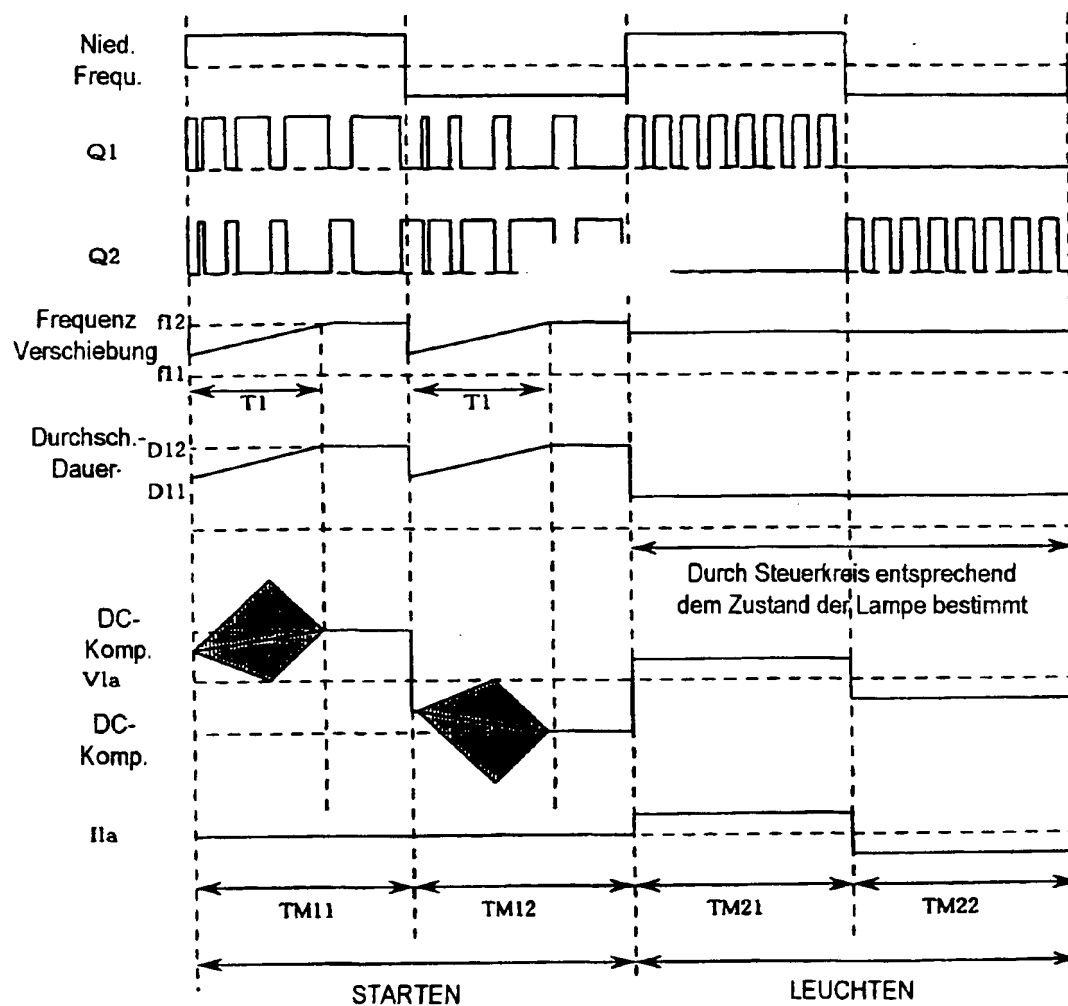


FIG. 4

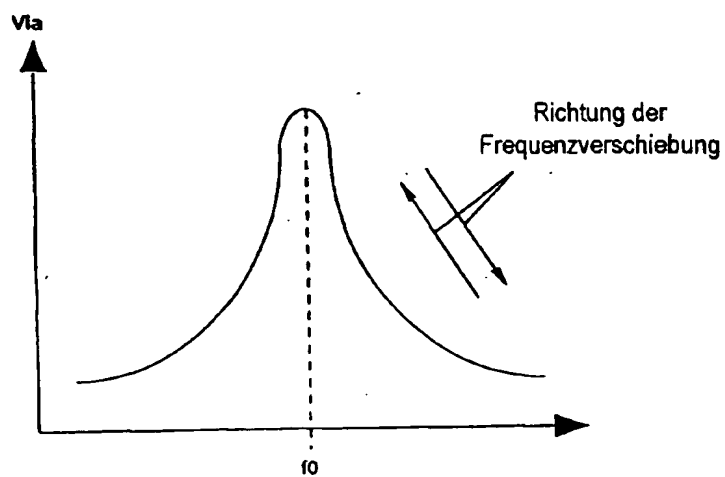


FIG. 5

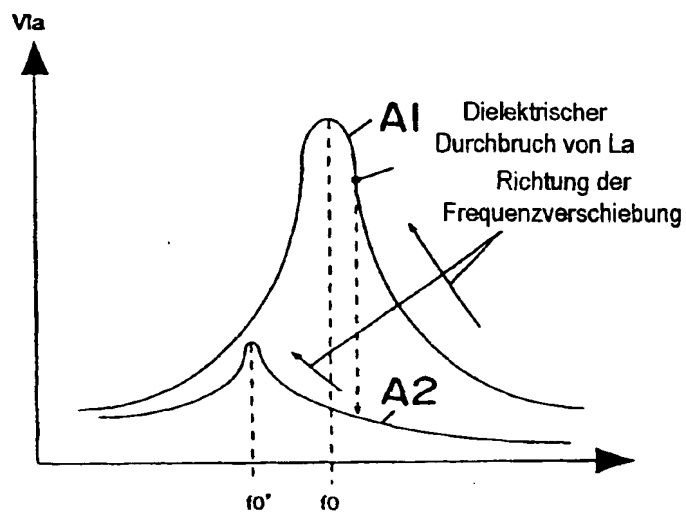


FIG. 6

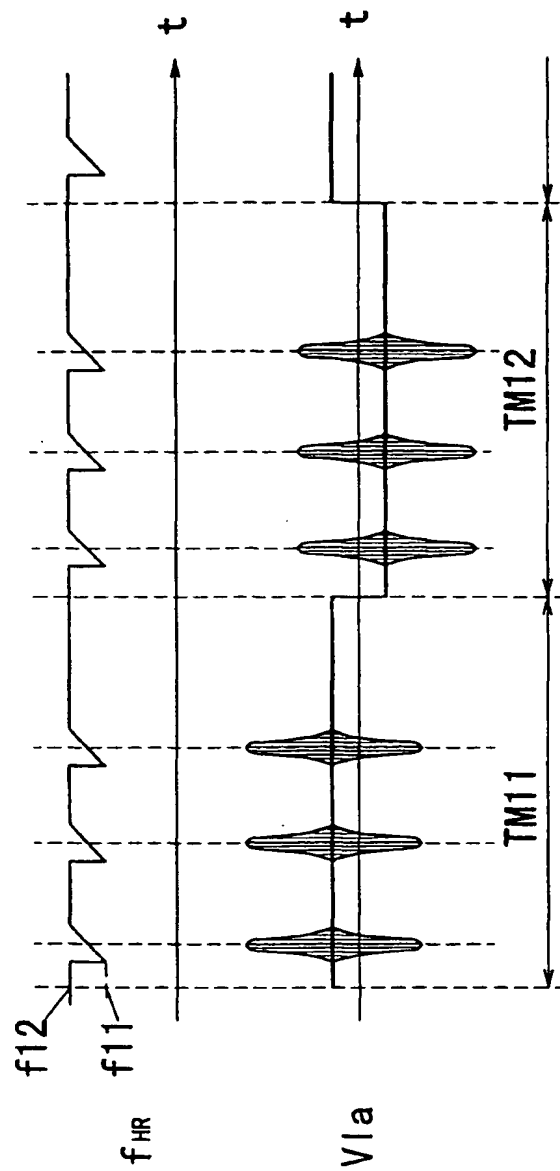


FIG. 7

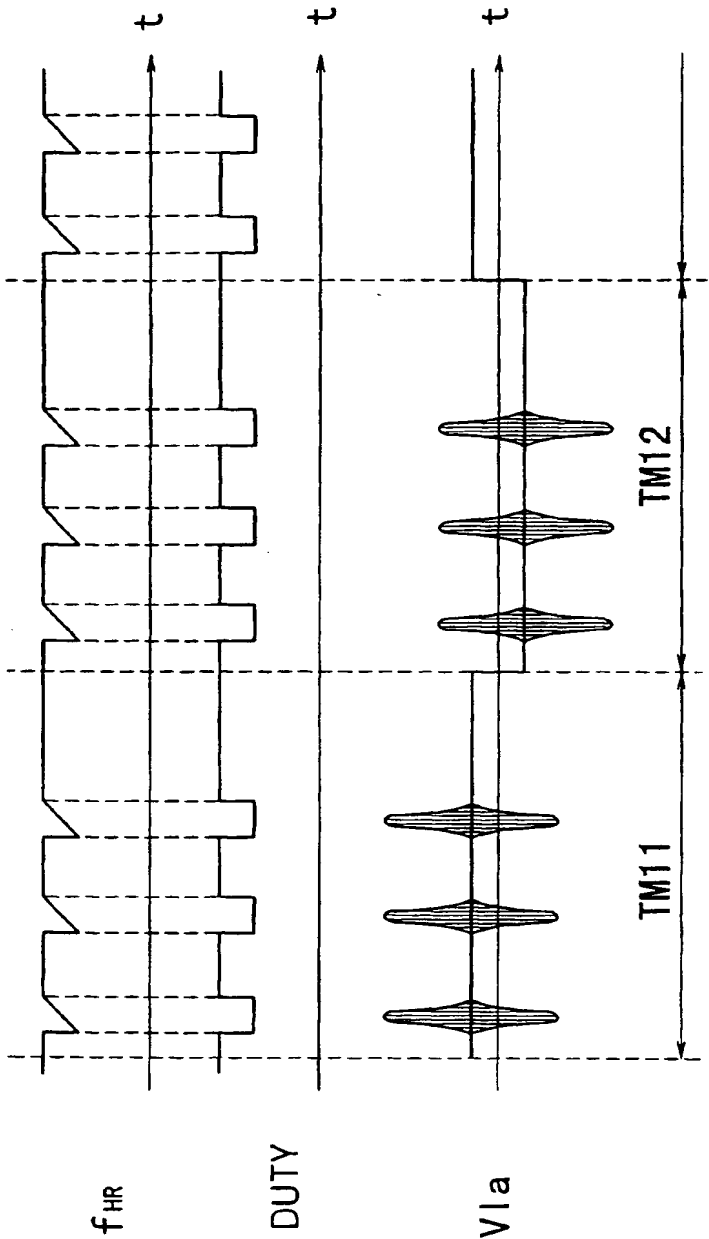


FIG. 8

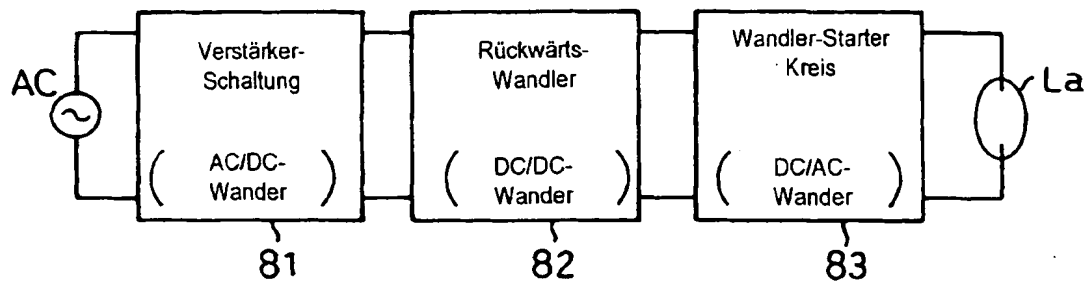


FIG. 9

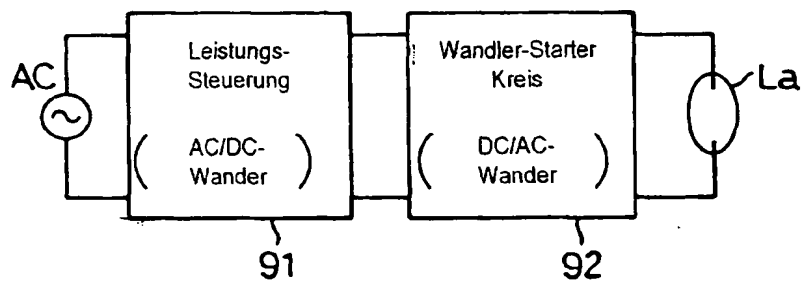


FIG. 10

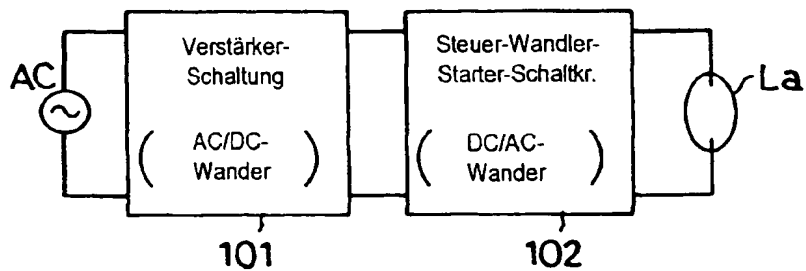


FIG. 11

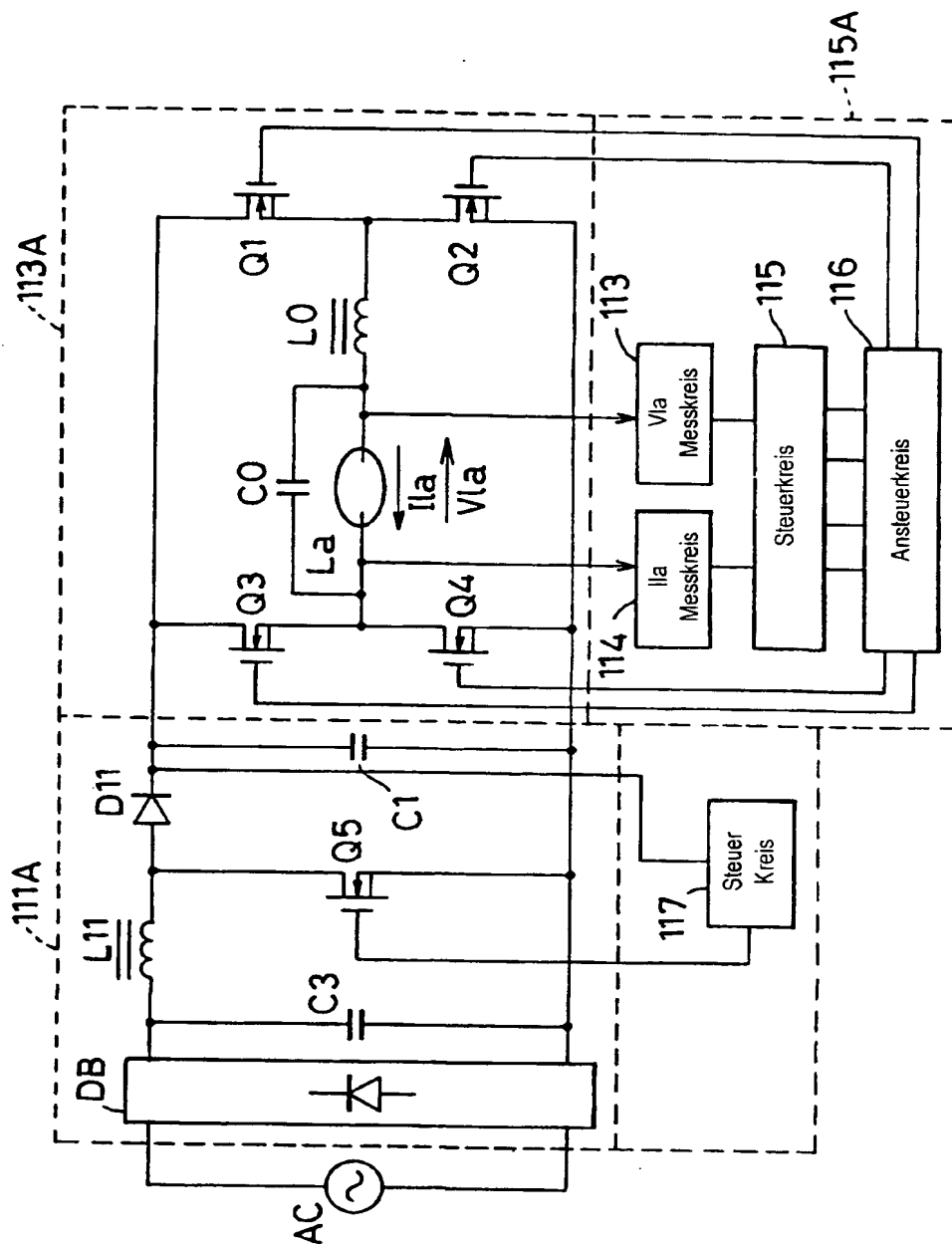


FIG. 12

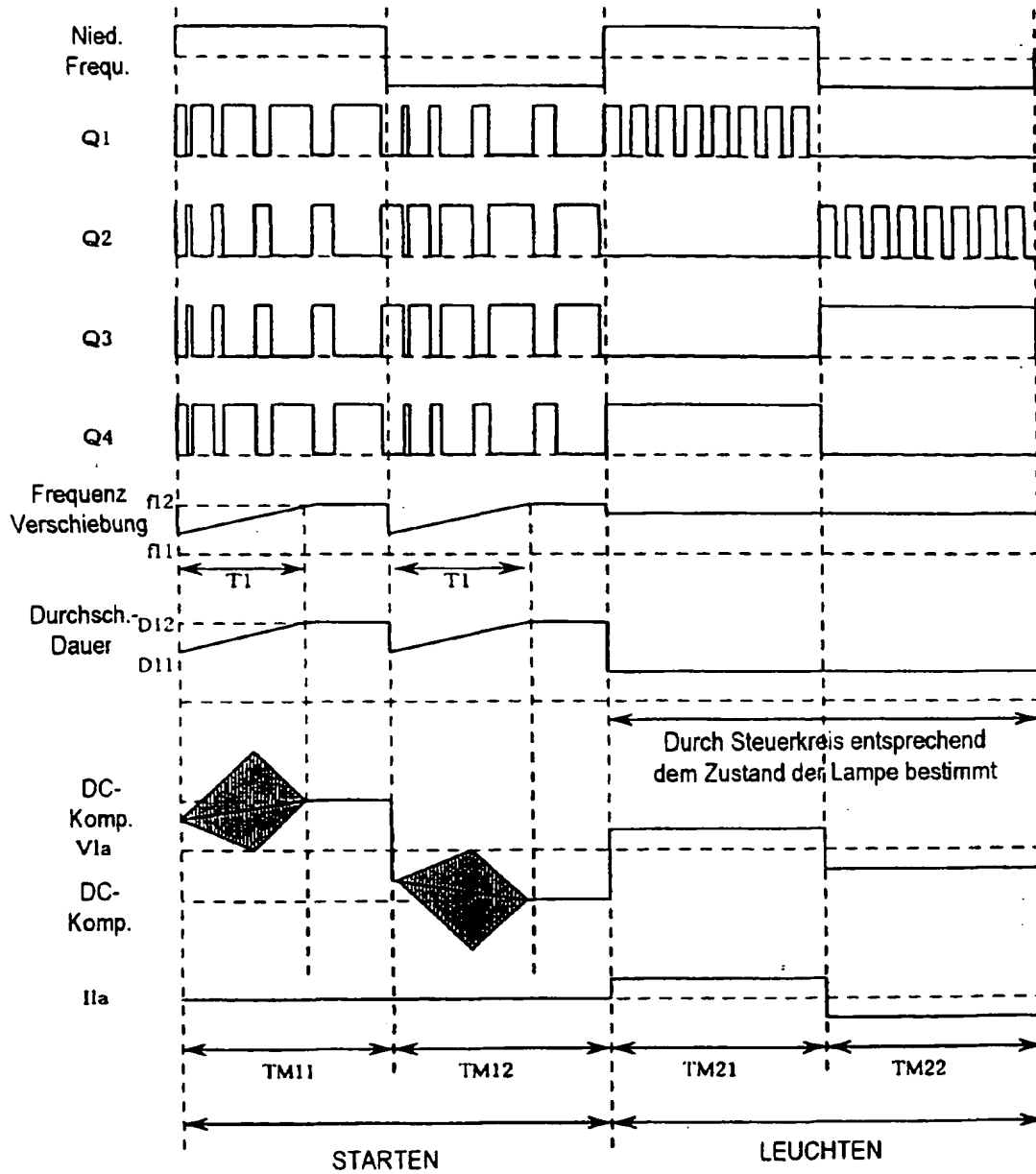


FIG. 13

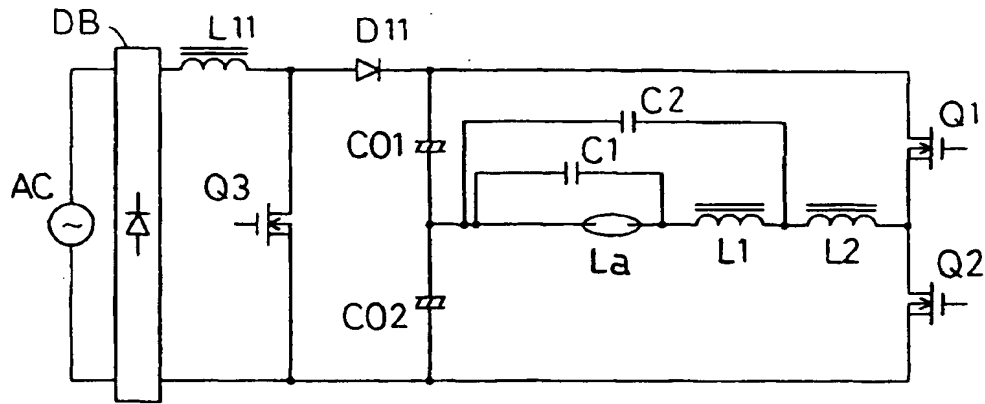


FIG. 14

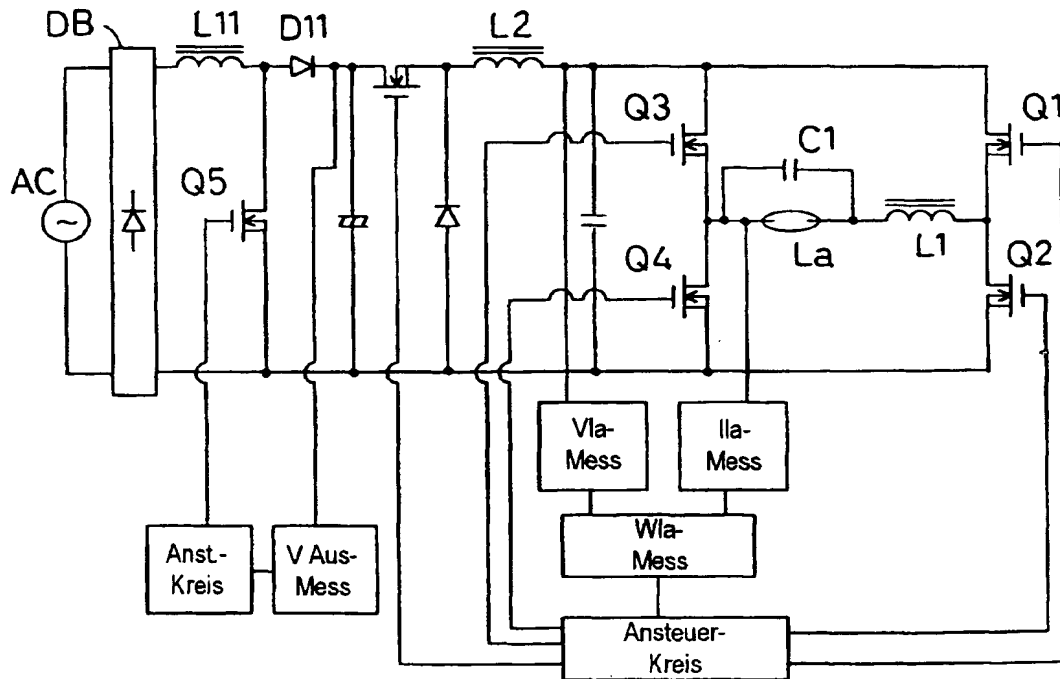


FIG. 15

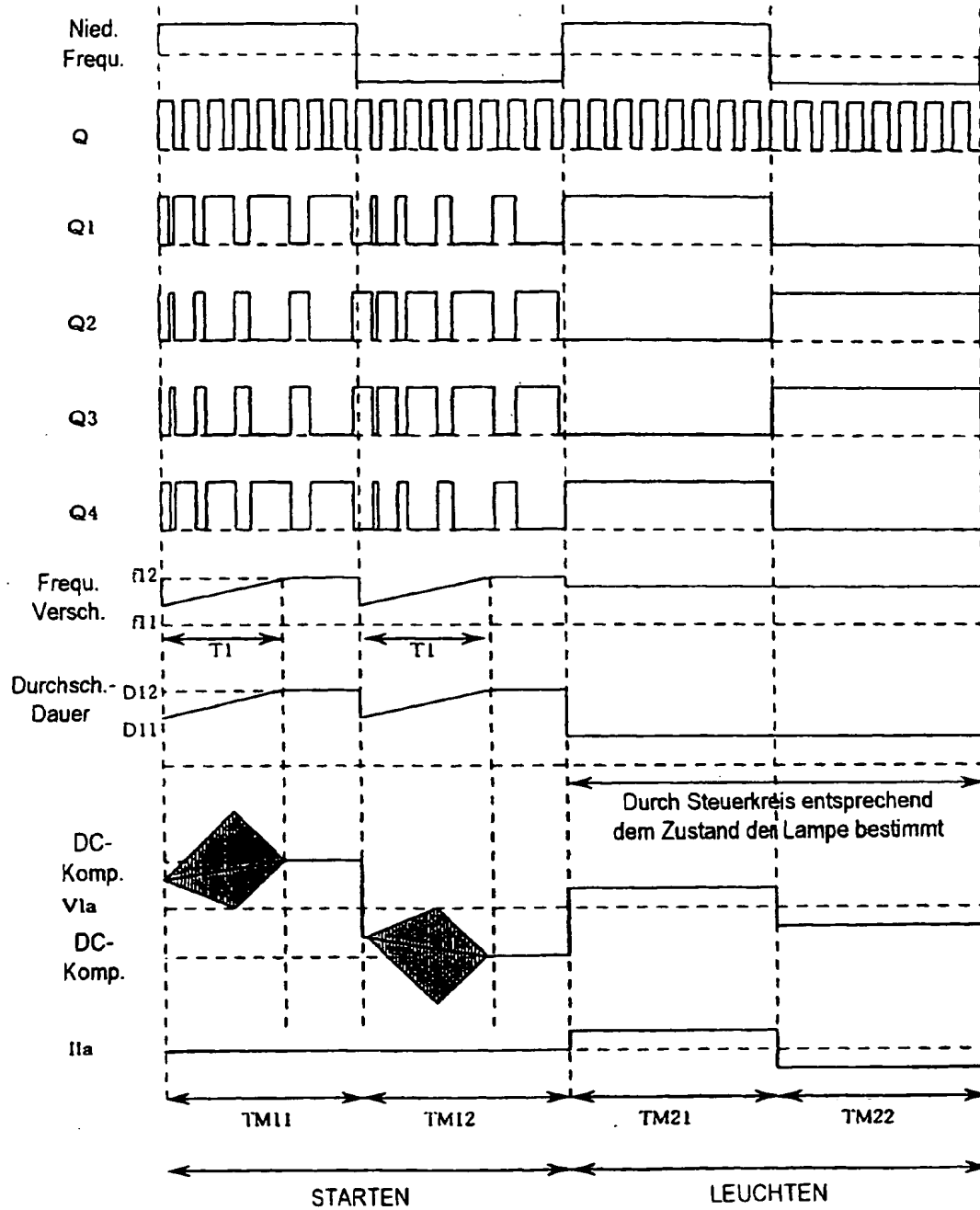


FIG. 16

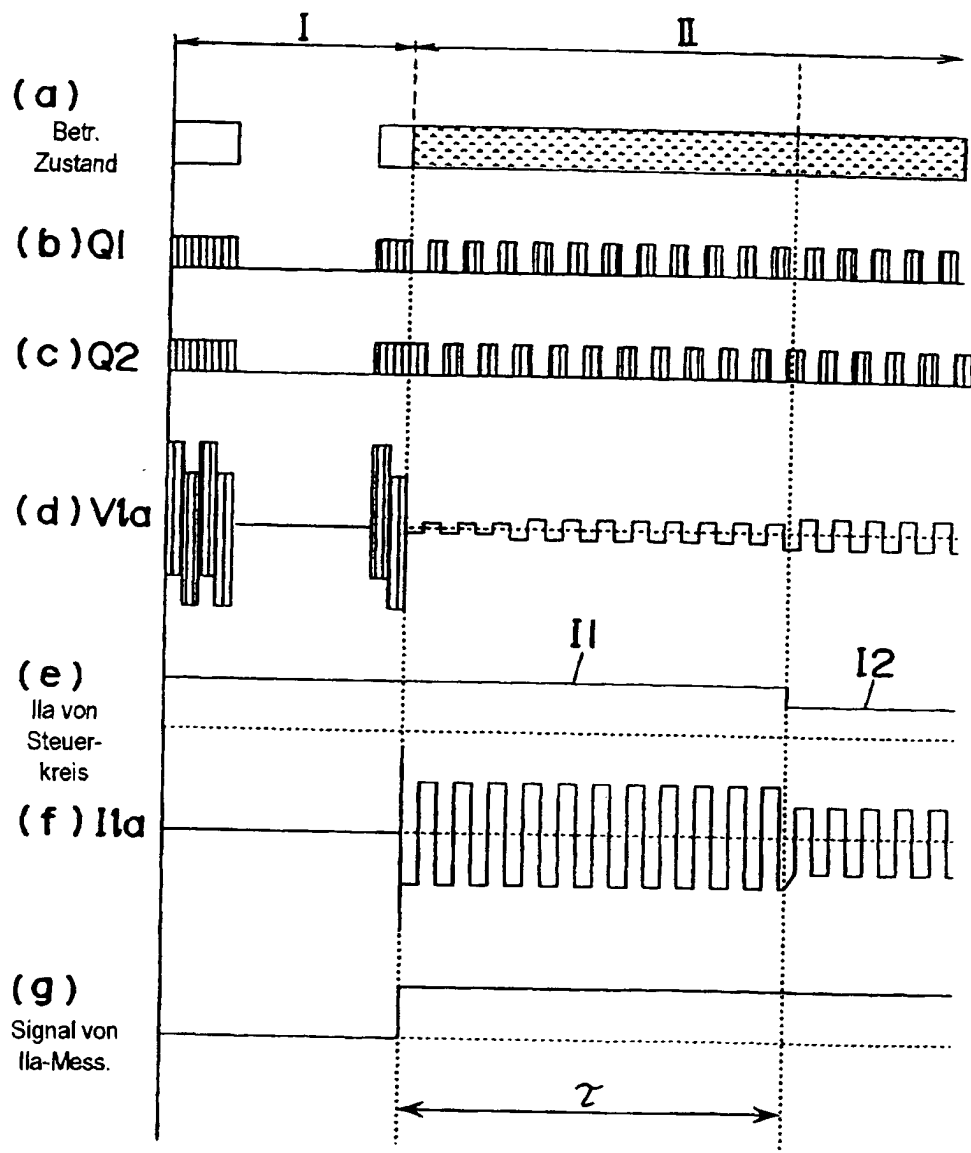


FIG. 17

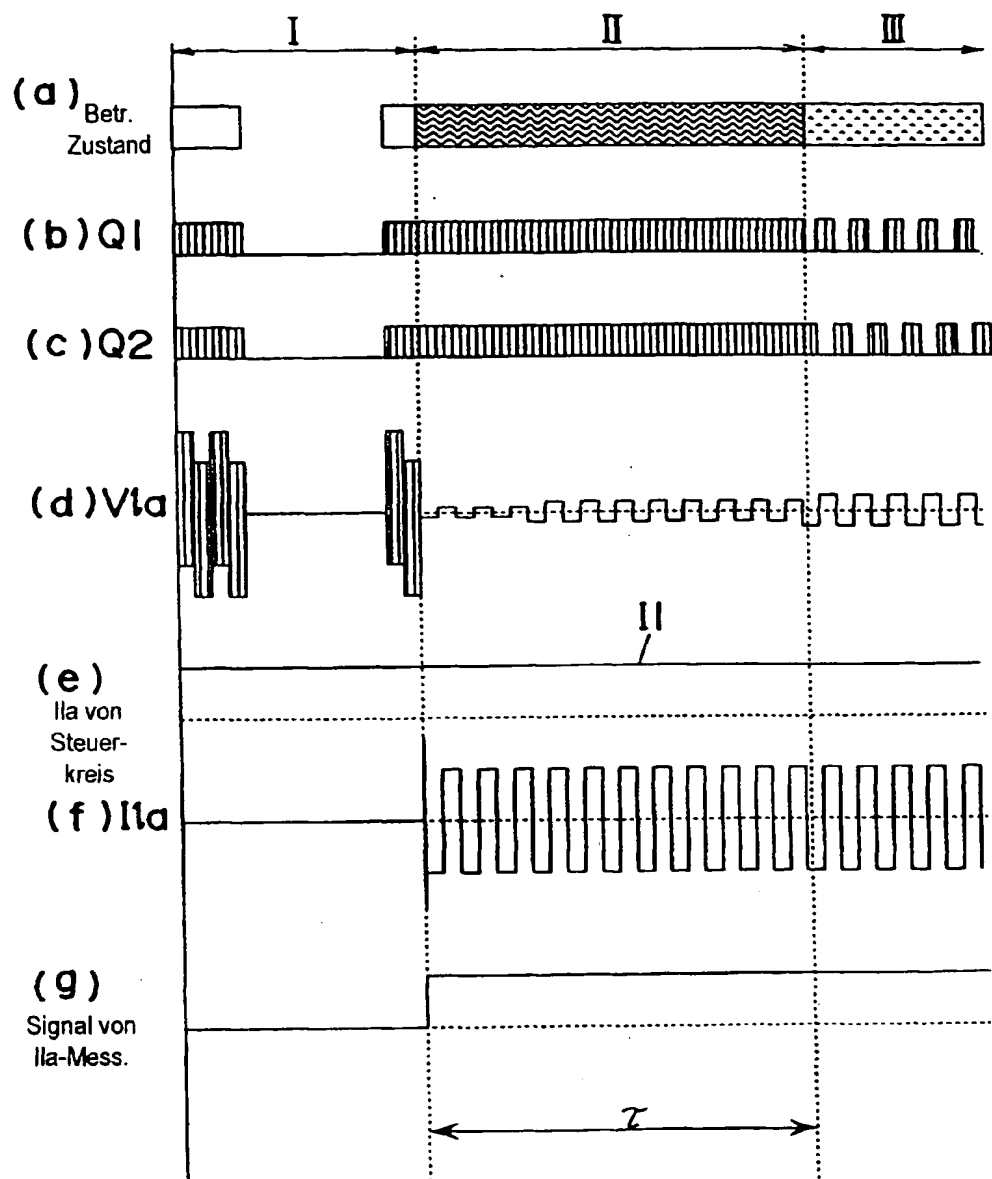


FIG. 18

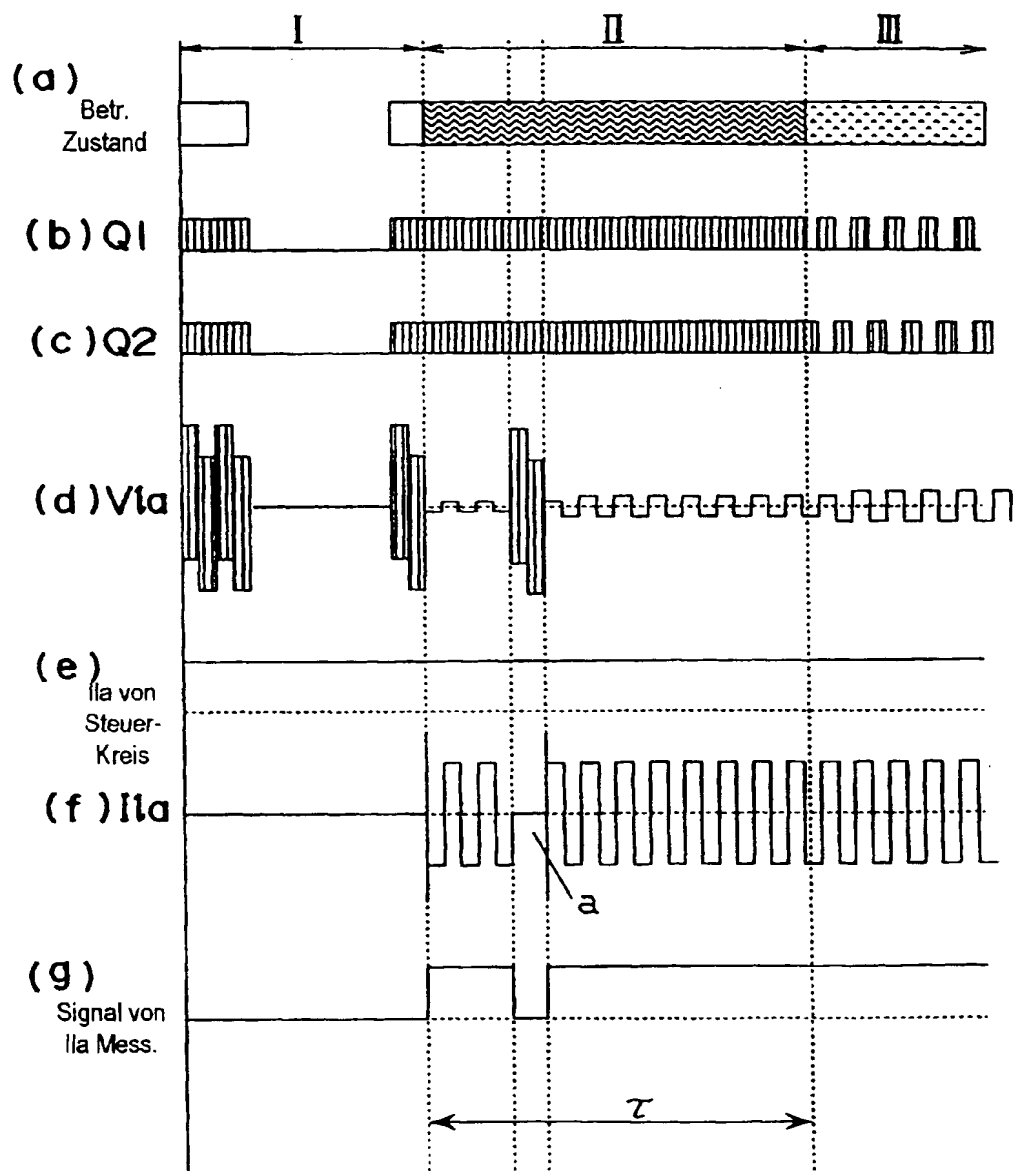


FIG. 19

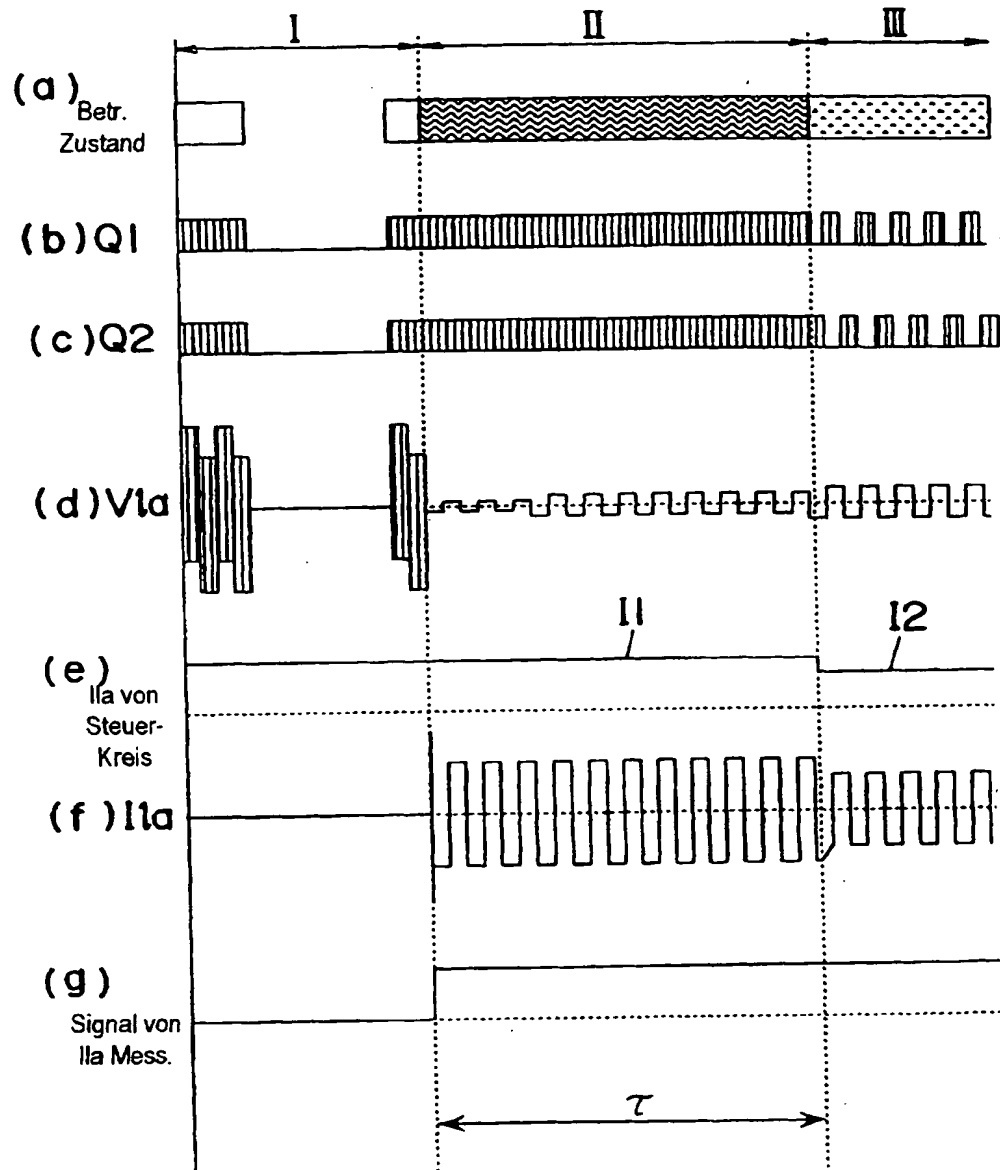
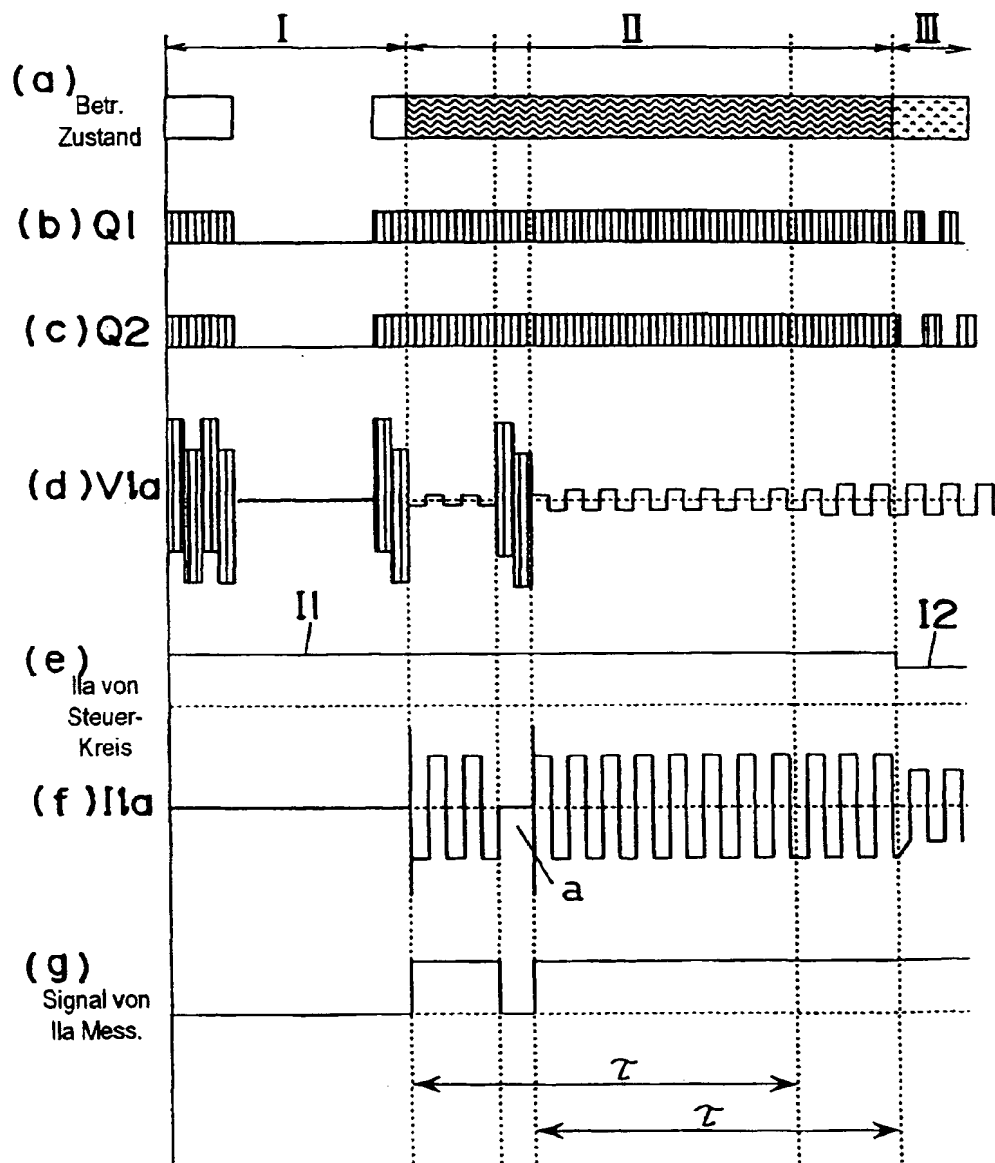


FIG. 20



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)